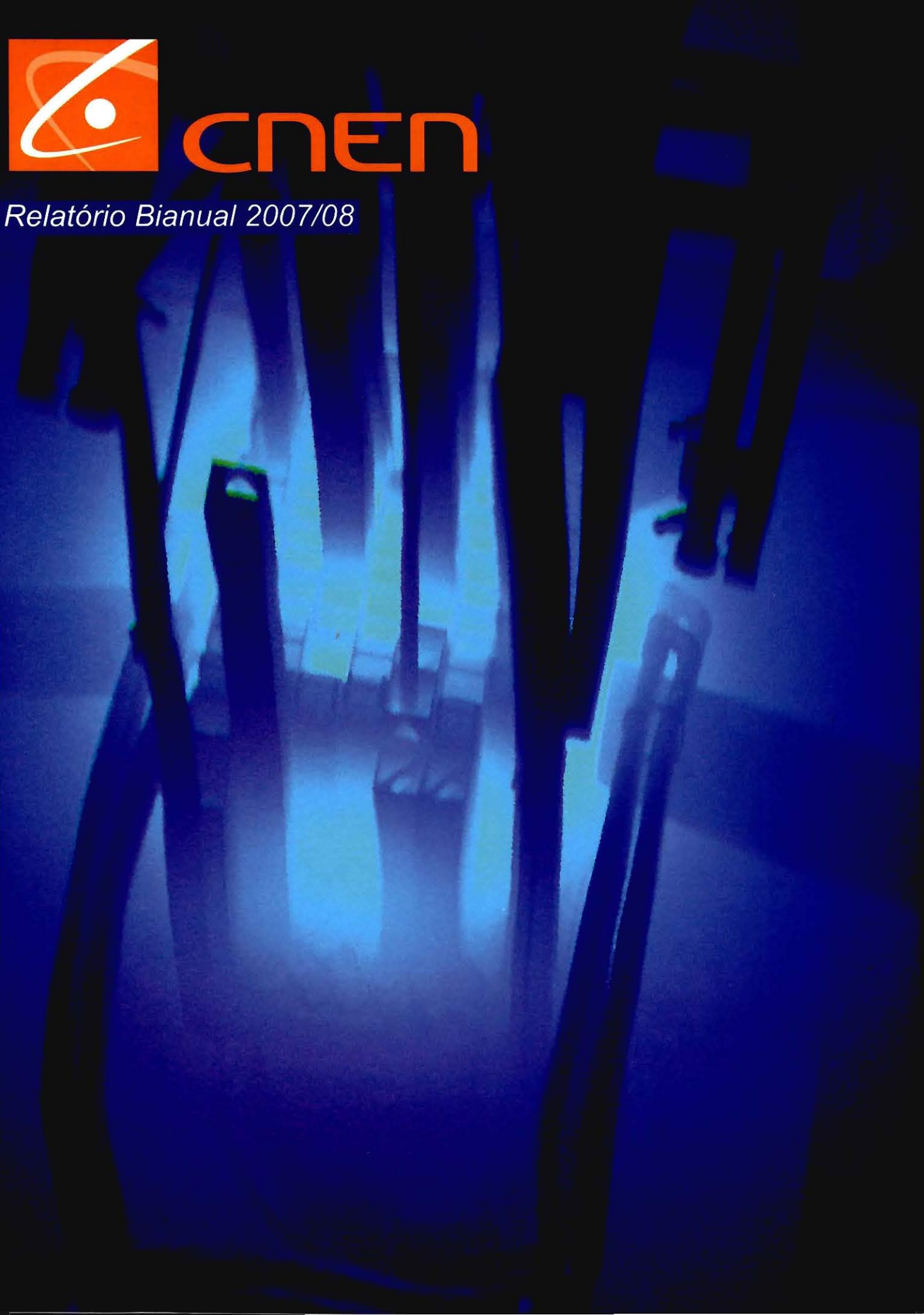




Cnen

Relatório Bianual 2007/08



Luiz Inácio Lula da Silva
Presidente da República

José Alencar Gomes da Silva
Vice-Presidente da República

Sergio Machado Rezende
Ministro da Ciência e Tecnologia

Comissão Nacional de Energia Nuclear

Odair Dias Gonçalves
Presidente

Marcos Nogueira Martins
Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento

Laércio Antonio Vinhas
Diretor de Radioproteção e
Segurança Nuclear

Miracy Wermelinger Pinto Lima
Diretora de Gestão Institucional



Relatório Bianual 2007/08

Comissão Nacional de Energia Nuclear

Presidente

Odair Dias Gonçalves

Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento

Alfredo Tranjan Filho, até maio 2007.

Isaac José Obadia, interino, de junho 2007 a janeiro 2008.

Marcos Nogueira Martins, a partir de fevereiro 2008.

Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear - CDTN:

Sérgio A. C. Filgueiras.

Centro Regional de Ciências Nucleares do Centro-Oeste - CRCN-CO:

Rubemar de Souza Ferreira. Rosângela da Silveira Corrêa, a partir de dezembro 2007.

Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste - CRCN-NE:

Ricardo de Andrade e Lima.

Instituto de Engenharia Nuclear - IEN:

Julio Cesar Suita.

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN:

Claudio Rodrigues. Nilson Dias Vieira Junior, a partir de abril 2008.

Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear

Laercio Antonio Vinhas

Diretoria de Gestão Institucional

Miracy Wermelinger Pinto Lima

Sumário

Apresentação - 5

Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento - 7

1. Introdução - 8

2. Perfil da Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento DPD/CNEN - 8

- 2.1 Estrutura Organizacional - 8
- 2.2 Programas - 9
- 2.3 Processos - 10
- 2.4 Recursos Humanos - 10

3. Prioridades Estratégicas do MCT e as Ações PPA da DPD

4. Atividades e Principais Resultados

- 4.1 Pesquisa e Desenvolvimento em Ciência e Tecnologia Nucleares e em Aplicações das Radiações Ionizantes - 12
 - Principais pesquisas e projetos realizados no IPEN - 17
 - Principais pesquisas e projetos realizados no CDTN - 24
 - Principais pesquisas e projetos realizados no IEN - 25
 - Principais pesquisas e projetos realizados no CRCN-NE - 30
 - Principais pesquisas e projetos realizados no CRCN-CO - 32
- 4.2 Recolhimento e Armazenamento de rejeitos radioativos - 33
- 4.3 Implantação das unidades de produção de radioisótopos (UPR) no CDTN e no CRCN-NE - 37
- 4.4 Produção de Substâncias Radioativas para a Área Médica - 37
- 4.5 Metrologia das radiações ionizantes - 39
- 4.6 Controle de radioproteção e dosimetria - 43
- 4.7 Formação especializada em C&T na área nuclear - 52

Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear - 59

1. Apresentação - 60

2. Recursos Humanos - 61

3. Estrutura - 62

4. Principais Resultados - 67

- 4.1 Medicina e Indústria - 67
- 4.2 Reatores Nucleares - 67
- 4.3 Instalações do Ciclo do Combustível Nuclear - 68
- 4.4 Salvaguardas e Proteção Física - 69
- 4.5 Gerência de Rejeitos e Depósitos - 69
- 4.6 Matérias Primas e Minerais - 69
- 4.7 Normas - 70
- 4.8 Outros Resultados - 70

5. Perspectivas - 71

- 5.1 Medicina e Indústria - 71
- 5.2 Reatores Nucleares - 71
- 5.3 Instalações do Ciclo do Combustível Nuclear - 72
- 5.4 Salvaguardas e Proteção Física - 72
- 5.5 Gerência de Rejeitos e Depósitos - 72
- 5.6 Matérias Primas e Minerais - 72
- 5.7 Normas - 73
- 5.8 Perspectivas relacionadas a mais de uma Área - 73

6. Dificuldades - 73

7. Indicadores Técnicos - 74

Diretoria de Gestão Institucional - 77

1. Apresentação - 78

- 1.1 Estrutura - 78
- 1.2 Pessoal - 78

2. Áreas de Atuação - 79

- 2.1 Administração e Logística - 79
- 2.2 Ciência e Tecnologia da Informação - 79
- 2.3 Recursos Humanos - 79

3. Resultados - 80

- 3.1 Modernização da Gestão - 80
 - 3.1.1 Realizações - 82
 - 3.1.2 Projetos em Andamento - 84
 - 3.1.3 Projetos Futuros - 84
- 3.2 Suporte à Área Finalística - Negócios de TI/Escritório de Projetos - 84
 - 3.2.1 Realizações - 84
 - 3.2.2 Projetos em Andamento - 85
 - 3.2.3 Projetos Futuros - 85
- 3.3 Serviços de Informação Técnico-Científica - 85
 - 3.3.1 Realizações - 85
- 3.4 Formação e Treinamento - 87
 - 3.4.1 Realizações - 87
- 3.5. Titulação - 87

4. Pontos Fortes - 87

5. Dificuldades Encontradas - 87

6. Perspectivas - 88

Apresentação



A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) é uma autarquia federal vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). As suas funções principais são desenvolver atividades de pesquisa na aplicação de técnicas nucleares, regular e fomentar o uso da energia nuclear no Brasil. Para isso, conta com 14 unidades distribuídas por nove estados brasileiros. O foco da CNEN é fazer com que os benefícios da energia nuclear cheguem a um número cada vez maior de brasileiros, sempre com total segurança na operação dos materiais e equipamentos radioativos.

Vinculada ao MCT desde 1999, a CNEN está sediada no Rio de Janeiro e conta com cinco institutos de pesquisa, empenhados na busca de avanços nas aplicações das técnicas nucleares e de áreas correlatas. São eles: o Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN), localizado em Minas Gerais; o Instituto de Engenharia Nuclear (IEN) e o Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD), ambos no Rio de Janeiro; o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), em São Paulo; e o Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste (CRCN-NE), em Pernambuco. As demais unidades, que auxiliam nas atividades de licenciamento e controle do setor nuclear, estão localizadas no Rio Grande do Sul, Bahia, Goiás, Distrito Federal e Ceará.

Na área médica, a CNEN detém o monopólio de produção e comercialização de radiofármacos no Brasil. Esses produtos são utilizados no diagnóstico e tratamento de uma série de doenças, como câncer, problemas cardíacos e neurológicos. Especialmente nos casos de câncer, os radiofármacos propiciam diagnósticos e tratamentos mais precisos do que os conseguidos com outras técnicas, aumentando assim as possibilidades de cura dos pacientes. Hoje, no Brasil, são realizados anualmente cerca de um milhão e trezentos procedimentos médicos com aplicações de radiofármacos.

A Comissão Nacional de Energia Nuclear também investe na capacitação de profissionais para a área nuclear. Para multiplicar e difundir os conhecimentos adquiridos, desenvolve atividades de formação especializada que englobam desde treinamentos de curta duração a cursos de pós-graduação. Entre eles, há programas de mestrado e doutorado com áreas de concentração em materiais, reatores, aplicações de técnicas nucleares, radiologia, física médica, metrologia e dosimetria. Os demais cursos atendem profissionais que utilizam técnicas nucleares em diferentes áreas, como segurança radiológica ou atendimento a emergências.



**Diretoria de
Pesquisa e Desenvolvimento**

1. Introdução

As atividades da Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento da Comissão Nacional de Energia Nuclear (DPD/CNEN) estão estruturadas em torno dos seus programas, constituídos por conjuntos de projetos e atividades que visam atender as demandas do setor nuclear em suas variadas aplicações. Estes Programas estão estruturados por meio de ações do Plano Plurianual do Governo Federal (PPA) inseridas como parte do Programa Nacional de Atividades Nucleares (PNAN).

Os Programas da DPD são executados por intermédio dos seguintes institutos e centros da CNEN subordinados à Diretoria:

Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN), em Belo Horizonte;
Centro Regional de Ciências Nucleares do Centro-Oeste (CRCN-CO), em Abadia de Goiás;
Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste (CRCN-NE), em Recife;
Instituto de Engenharia Nuclear (IEN), no Rio de Janeiro;
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), em São Paulo;
Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD) no Rio de Janeiro;*
Laboratório de Poços de Caldas, (Lapoc).*

* Desde 2008.

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

A DPD/CNEN é responsável pela gestão e execução das atividades de P&D da CNEN, bem como pela produção de radioisótopos e radiofármacos, pelo gerenciamento de rejeitos radioativos e pela formação especializada em ciência e tecnologia na área nuclear. A sua missão institucional e a sua visão estratégica 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 ESTRATÉGICA

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

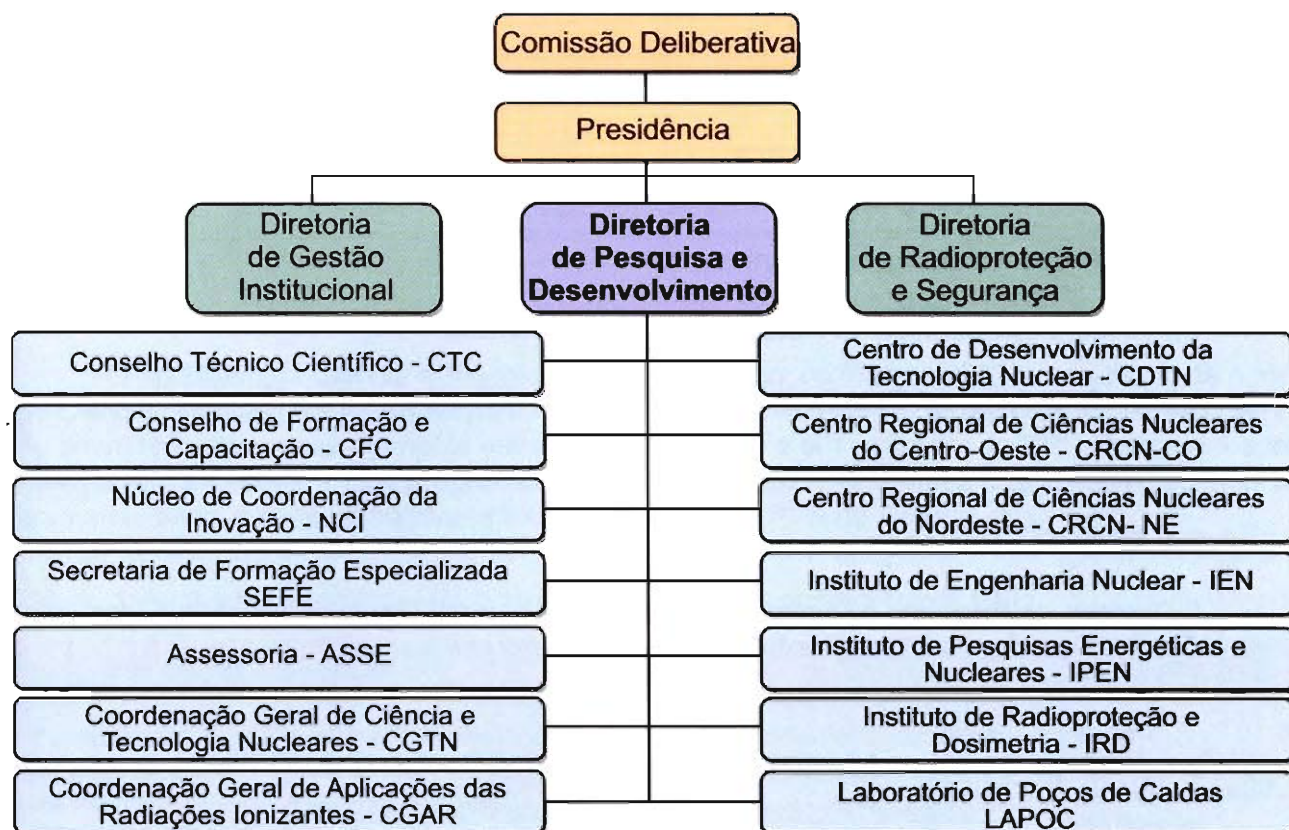
2.1. Estrutura Organizacional

O organograma da DPD está apresentado a seguir. Este organograma já incorpora a mudança estrutural ocorrida na CNEN no início de 2008, referente à transferência do Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD) e do Laboratório de Poços de Caldas (LAPOC) da Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear para a DPD.

A DPD está estruturada no nível estratégico pelo seu Diretor, no nível tático pelas Coordenações-Gerais, Diretores dos institutos e Assessoria, e no nível operacional pelos Institutos e Centros, onde são efetivamente executados os programas da Diretoria. Para apoiar as decisões es-

estratégicas, foi instituído o Conselho Técnico-Científico (CTC), constituído dos Diretores, Coordenadores-Gerais, Assessor Técnico, e dos Coordenadores do CRCN-CO e do LAPOC, com possibilidade de se convidar membros externos para reuniões específicas. Em 2006, foi instituído o Conselho de Formação e Capacitação (antes Ensino) para auxiliar a Diretoria no processo de gestão do processo de formação especializada em C&T para a área nuclear.

Figura 1. Organograma da DPD



2.2 Programas

A adoção de uma estrutura programática visa proporcionar aos pesquisadores e tecnologistas das unidades da DPD uma melhor percepção sobre as contribuições geradas pelas atividades realizadas, facilitando assim a gestão das atividades da Diretoria.

Os programas da DPD são os seguintes:

- Reatores, Ciclo do Combustível e Novas Tecnologias para Geração de Energia;
- Aplicações na Saúde;
- Aplicações na Indústria e Agricultura;
- Aplicações no Meio Ambiente;
- Radiofármacos;
- Rejeitos Radioativos;
- Produtos e Serviços Tecnológicos;
- Segurança e Proteção;
- Formação Especializada em C&T na Área Nuclear; e,
- Gestão e Inovação.

2.3 Processos

Os Programas da DPD são executados 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;
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 dos programas.

2.4. Recursos Humanos

A Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento conta com 2160 servidores, distribuídos pelas suas unidades e por escolaridade, conforme mostram as figuras a seguir:

Figura 2. Distribuição do pessoal da DPD por unidade

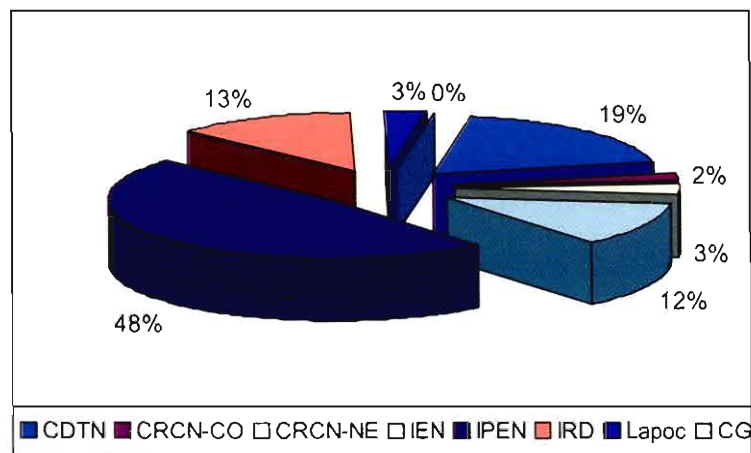
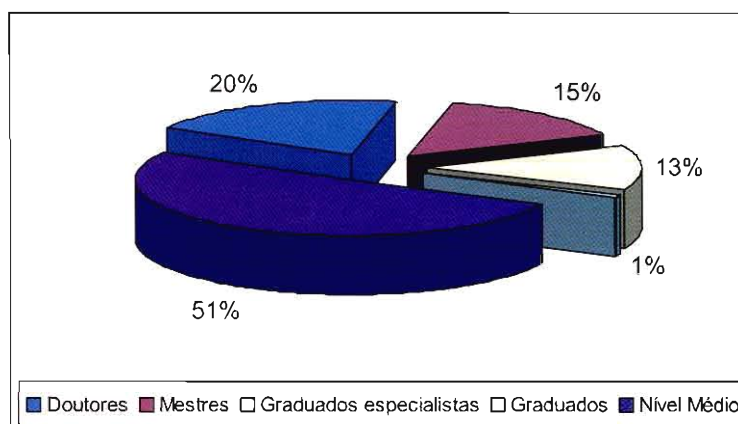


Figura 3. Distribuição do pessoal da DPD por escolaridade



3. Prioridades Estratégicas do MCT e as Ações PPA da DPD

O Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) aprovou, no final de 2007, o seu Plano de Ações de Ciência, Tecnologia e Inovação para o período 2007-2010 (PACTI 2007-2010). Este Plano serviu de orientação para o planejamento estratégico da CNEN, e em particular da DPD. A tabela 1 apresenta o alinhamento entre os Programas do PACTI 2007-2010 referentes à Linha de Ação 18 (Programa Nuclear) e suas respectivas metas com as ações PPA da DPD.

Tabela 1. Alinhamento entre os Programas do PACTI e as ações PPA da DPD.

| Programa PACTI | Metas PACTI | Ação PPA DPD |
|--|---|--|
| Programa 18.5. Implementação da Política Brasileira de Gerenciamento de Rejeitos Radioativos. | <p>Implementar a Política Brasileira de Gerenciamento de Rejeitos Radioativos.</p> <p>Criar a Empresa Brasileira de Gerenciamento de Rejeitos Radioativos.</p> <p>Estabelecer o Centro de Referência em Rejeitos Radioativos.</p> <p>Projetar e iniciar a construção de um depósito definitivo para rejeitos de baixo e médio níveis de radiação, objetivando sua entrada em operação em 2013.</p> <p>Desenvolver e construir, até 2012, um protótipo de célula de armazenagem para o futuro depósito de elementos combustíveis usados.</p> | 2464 - Recolhimento e Armazenamento de Rejeitos Radioativos |
| Programa 18.6. Empresa Brasileira de Radiofármacos EBR. | <p>Criar e implantar a Empresa Brasileira de Radiofármacos (EBR).</p> | 2478 - Produção de Substâncias Radioativas para a Área Médica 1131 - Implantação de Unidades de Produção de Radioisótopos (BH e Recife) |

Tabela 1. Alinhamento entre os Programas do PACTI e as ações PPA da DPD. (Continuação)

| Programa PACTI | Metas PACTI | Ação PPA DPD |
|--|--|---|
| Programa 18.7. Ações de P, D & I e capacitação voltadas para a retomada do PNB. | <p>Completar o projeto do reator de propulsão desenvolvido pela Marinha.</p> <p>Fortalecer a Rede Nacional de Fusão e garantir a participação do Brasil como observador no ITER.</p> <p>Projetar e iniciar a construção, até 2010, de um Laboratório Nacional de Fusão.</p> <p>Fortalecer a participação brasileira nas iniciativas internacionais de desenvolvimento de novas tecnologias de fissão como Generation IV e INPRO.</p> <p>Fomentar a pesquisa nas áreas nucleares: geração de energia, ciclo do combustível e novas técnicas de enriquecimento, bem como em aplicações da energia nuclear na indústria, saúde, agricultura e meio ambiente.</p> <p>Ampliar a formação de pessoal de nível científico e técnico de nível superior, médio e operacional para sanar as deficiências atuais e garantir a reposição futura dos recursos humanos requeridos para execução do Programa Nuclear Brasileiro.</p> <p>Fomentar a aplicação de técnicas nucleares e de radiação ionizante nas áreas de saúde, indústria, agricultura e meio ambiente.</p> <p>Definir, projetar e construir um Reator de Pesquisa Multipropósito que seja também utilizado para ampliar a produção de radioisótopos no País (Transferida do Programa 18.6 - Empresa Brasileira de Radiofármacos - EBR).</p> | <p>6833 - Pesquisa e Desenvolvimento em Ciência e Tecnologia Nucleares e em Aplicações das Radiações Ionizantes</p> <p>2961 - Desenvolvimento e Fornecimento de Produtos e Serviços Tecnológicos</p> <p>2B32 - Formação Especializada em Ciência e Tecnologia na Área Nuclear</p> <p>2467 - Metrologia das Radiações Ionizantes</p> <p>2469 - Controle de Radioproteção e Dosimetria</p> |

4. Atividades e Principais Resultados

4.1. Pesquisa e Desenvolvimento em Ciência e Tecnologia Nucleares e em Aplicações das Radiações Ionizantes

Finalidade: Realizar atividades de pesquisa e desenvolvimento visando promover o avanço científico e tecnológico dos setores de energia, saúde, indústria, agricultura e meio ambiente do país, por meio do uso da tecnologia nuclear e das aplicações das radiações ionizantes, com ênfase nos objetivos estabelecidos na Linha de Ação 18 (Programa Nuclear) do PACTI 2007-2010.

Resultados

A tabela abaixo apresenta o número de pesquisas realizadas em cada uma das áreas temáticas (programas). O detalhamento das pesquisas realizadas encontra-se nos relatórios das respectivas unidades executoras.

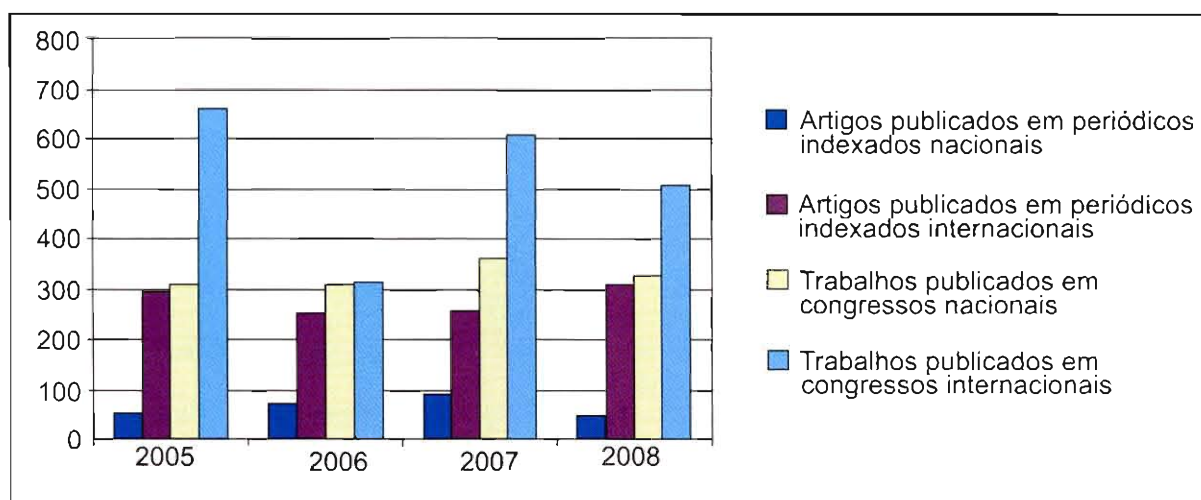
Tabela 2. Número de pesquisas realizadas em 2007 e 2008 por programa

| Programa | Número de Pesquisas Realizadas | |
|---|--------------------------------|------------|
| | 2007 | 2008 |
| Reatores, ciclo do combustível, e novas tecnologias para geração de energia | 145 | 121 |
| Aplicações na saúde | 85 | 84 |
| Aplicações na indústria e na agricultura | 276 | 222 |
| Aplicações no meio ambiente | 60 | 64 |
| Proteção radiológica e metrologia das radiações | 35 | 33 |
| Rejeitos radioativos | 11 | 09 |
| Total | 613 | 533 |

Produção Científica

A produção científica gerada é medida por meio do número de artigos publicados em periódicos indexados, nacionais e internacionais, e pelo número de publicações em congressos nacionais e internacionais. Estes resultados estão apresentados na figura a seguir, referente ao período de 2005 a 2008. Os saltos em 2005 e 2007, no número de trabalhos publicados em congressos internacionais, devem-se à realização, respectivamente, da 2ª e 3ª *International Nuclear Atlantic Conference (INAC)*, em agosto de 2005 e setembro 2007.

Figura 4. Indicadores de produção científica da DPD.



A distribuição, por programa, dos artigos publicados e dos trabalhos apresentados em congressos, está apresentada nas tabelas a seguir.

Tabela 3. Distribuição dos artigos publicados em periódicos indexados, por programa.

| Programa | Número de artigos publicados em periódicos nacionais | | Número de artigos publicados em periódicos internacionais | |
|---|--|-----------|---|------------|
| | 2007 | 2008 | 2007 | 2008 |
| Reatores, ciclo do combustível, e novas tecnologias para geração de energia | 22 | 9 | 44 | 62 |
| Aplicações na saúde | 25 | 6 | 19 | 16 |
| Aplicações na indústria e agricultura | 34 | 23 | 141 | 189 |
| Aplicações no meio ambiente | 8 | 6 | 22 | 18 |
| Proteção radiológica e metrologia das radiações | 3 | 8 | 28 | 28 |
| Rejeitos radioativos | 1 | 1 | 4 | 1 |
| TOTAL | 93 | 53 | 258 | 314 |

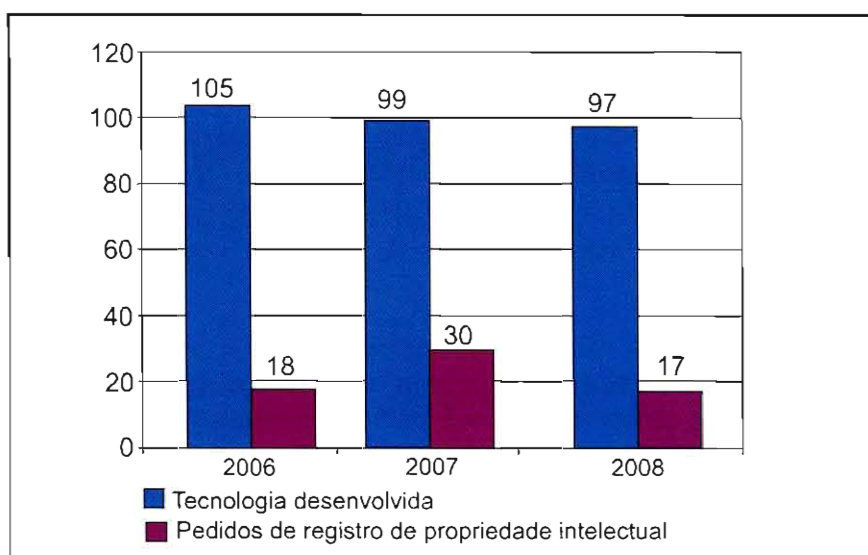
Tabela 4. Distribuição dos trabalhos apresentados em congressos, por programa

| Programa | Número de trabalhos apresentados em congressos nacionais | | Número de trabalhos apresentados em congressos internacionais | |
|---|--|------------|---|------------|
| | 2007 | 2008 | 2007 | 2008 |
| Reatores, ciclo do combustível, e novas tecnologias para geração de energia | 45 | 70 | 201 | 93 |
| Aplicações na saúde | 42 | 37 | 67 | 36 |
| Aplicações na indústria e agricultura | 216 | 183 | 282 | 224 |
| Aplicações no meio ambiente | 36 | 29 | 45 | 39 |
| Proteção radiológica e metrologia das radiações | 22 | 16 | 86 | 107 |
| Rejeitos radioativos | 5 | 4 | 21 | 16 |
| TOTAL | 366 | 339 | 702 | 515 |

Produção tecnológica

A produção tecnológica gerada é medida por meio do número de tecnologias desenvolvidas (inovações referentes a método, processo, software, produto, protótipo) e número de pedidos de registro de propriedade intelectual. Estes resultados estão apresentados na figura a seguir, referente ao período de 2006 a 2008.

Figura 5. Indicadores de produção tecnológica da DPD



A distribuição da produção tecnológica por programa está apresentada na tabela abaixo.

Tabela 5. Distribuição dos trabalhos apresentados em congressos, por programa

| Área temática (Programa) | Tecnologia desenvolvida | | Pedidos de registro de propriedade intelectual | |
|---|-------------------------|-----------|--|-----------|
| | 2007 | 2008 | 2007 | 2008 |
| Reatores, ciclo do combustível, e novas tecnologias para geração de energia | 32 | 41 | 16 | 4 |
| Aplicações na saúde | 16 | 13 | 4 | 5 |
| Aplicações na indústria e agricultura | 40 | 23 | 10 | 4 |
| Aplicações no meio ambiente | 8 | 12 | 0 | 4 |
| Proteção radiológica e metrologia das radiações | 1 | 4 | 0 | 0 |
| Rejeitos radioativos | 2 | 4 | 0 | 0 |
| TOTAL | 99 | 97 | 30 | 17 |

Outros Resultados

Participação efetiva do Brasil no Projeto *INPRO (International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycle)* da AIEA, por meio da realização de avaliação do reator *IRIS (International Reactor Innovative and Secure)*, em desenvolvimento por meio de um consórcio internacional coordenado pela Westinghouse e do reator *FBNR (Fixed Bed Nuclear Reactor)*, em desenvolvimento pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, com base na metodologia INPRO;

Realização da segunda missão de peritos internacionais da Agência Internacional de Energia Atômica para avaliar as possibilidades de montagem e operação dos *loops* a sódio do IEN, tendo em vista o estabelecimento de uma linha de pesquisa em tecnologia do sódio;

Aprovação pela Resolução no. 070 da Comissão Deliberativa da CNEN, do Sistema de Gestão da Inovação da CNEN e da Instrução Normativa IN-DPD-0001/2007 que define a política de inovação tecnológica da CNEN e regulamenta a implantação da IN, com base na Lei da Inovação.

Comentários Gerais

Os recursos utilizados para manutenção, modernização e ampliação da infraestrutura de P&D disponível nos diversos institutos da DPD, bem como os recursos de custeio e capital para a realização das pesquisas, são disponibilizados a partir do orçamento da ação, com uma complementação expressiva de recursos de fomento captados junto a diversas agências financiadoras de projetos de P&D no país, em especial: FINEP, CNPq, FAPESP, Fapemig e Faperj, e Agência Internacional de Energia Atômica. A tabela abaixo apresenta os valores de recursos de fomento captados.

Tabela 6. Recursos de fomento captados

| | |
|-------------|--------------------------|
| 2007 | R\$ 14.606.832,70 |
| 2008 | R\$ 15.214.063,00 |

Em função da idade média elevada de grande parte dos recursos humanos utilizados para executar as atividades da ação, existe a ameaça premente de se perder pessoal com alto nível de capacitação em função de aposentadorias. Neste sentido, torna-se imperiosa a necessidade de realização de concurso público para contratação de pessoal para que se possa transferir o conhecimento disponível na instituição, antes que este seja perdido.

Diversos projetos de P&D a serem financiados pela FINEP não foram iniciados em virtude da existência de diversas dificuldades referentes ao processo de aprovação dos projetos por parte da FINEP, o que vem acarretando uma demora na liberação dos recursos financeiros. Como medida corretiva, será implementado, na DPD, um Escritório de Gestão de Projetos.

Perspectivas

Definir e implementar a política de propriedade intelectual da CNEN;

Operacionalizar o Sistema de Gestão da Inovação da CNEN, conforme a Instrução Normativa IN-DPD-0001/2007.

Implantar Escritório de Gestão de Projetos na DPD para aprimorar a elaboração e o acompanhamento de projetos de P&D junto à FINEP, AIEA, etc.;

PRINCIPAIS PESQUISAS E PROJETOS REALIZADOS

Algumas das principais pesquisas e projetos realizados nas unidades da DPD são relacionados a seguir.

No IPEN

1. Projeto do Reator Multipropósito Brasileiro

Objetivo: Realizar a fase de iniciação do Projeto RMB: definir coordenação, aprovar o termo de abertura de projeto, elaborar o escopo preliminar do projeto.

Principais resultados:

Definida a coordenação do projeto. O IPEN é responsável pela coordenação técnica por intermédio da Diretoria de Projetos Especiais.

Aprovado pelo presidente da CNEN o Termo de Abertura do Projeto. O RMB é um dos projetos prioritários da CNEN.

Elaborado o documento Escopo Preliminar do Projeto (4 volumes), por meio de discussões técnicas envolvendo representantes das instituições parceiras.

Realizadas palestras em instituições brasileiras, apresentando o projeto, buscando apoio e futuros usuários do RMB.

Iniciada a fase de planejamento e projeto de concepção do reator.

2. Novos radiofármacos

Objetivo: Desenvolvimento de métodos de produção de radionuclídeos, de moléculas marcadas e de reagentes liofilizados para marcação com tecnécio-99m.

Principais resultados: disponibilização para o mercado dos seguintes novos radiofármacos e reagentes:

(1) Na-F-18 (fluoreto de sódio) - radiofármaco de ciclotron, ideal para estudo do sistema ósseo utilizando tomografia por emissão de pósitron (PET);

(2) DOTATATO-Lu-177 (Dota-octreotato-Lu-177): utilizado em medicina nuclear, no tratamento de tumores neuroendócrinos;

(3) HA-Y-90 (hidroxiapatita-Y-90): radiofármaco para sinovectomia, utilizado em pacientes hemofílicos e artrites reumatóide;

(4) GLA-Tc-99m (Glucarato-Tc-99m): usado em cardiologia como traçador metabólico de infarto do miocárdio, pela afinidade no tecido necrosado;

(5) DMSA(V)-Tc-99m (dimercaptosuccinico-Tc-99m): radiofármaco utilizado na detecção de carcinoma medular da tireóide.

3. Engenharia de Reatores e Sistemas Energéticos. Sistemas Nucleares Inovativos. Combustíveis para Reatores de Pesquisa. Células a Combustível e Hidrogênio

Objetivo: atuação em P&D&E e formação de recursos humanos relacionadas às áreas de competência do Centro de Engenharia Nuclear, tais como: Engenharia do Combustível; Instrumentação, Monitoração e Diagnóstico; Física de Reatores; Mecânica Estrutural; Termo-hidráulica e Análise de Acidentes. Produzir elementos combustíveis para o Reator IEA-R1 e desenvolver e implantar, no IPEN-CNEN/SP, tecnologias de combustíveis avançados, à base de dispersão. Desenvolver pesquisa e tecnologia visando geração de energia elétrica a partir de fontes alternativas nas áreas de células a combustível do tipo PEMFC e SOFC, na área de produção e purificação de hidrogênio e na área de sistemas de células a combustível.

Principais resultados:

(1) Projeto, construção e operacionalização de um circuito experimental para estudo do fenômeno de circulação natural: conclusão dos estudos referentes ao circuito de circulação natural localizado na Escola Politécnica da USP;

(2) Definição de processo de tratamento e recuperação de urânio de efluentes fluoretados;

(3) Desenvolvimento de um reator químico para reforma catalítica de etanol em escala piloto;

(4) Desenvolvimento de uma membrana cerâmica purificadora de hidrogênio em escala laboratorial e produção de eletrodos de célula a combustível.

4. Biofármacos, Hormônio hipofisário e Biotério

Objetivo: Estudos sobre os efeitos biológicos das radiações; isolamento e caracterização de componentes de venenos animais e plantas para desenvolvimento de novos fármacos; proteínas recombinantes para estudos estruturais, atividade biológica e terapia gênica; ensaios pré-clínicos de fármacos e produtos para a saúde; síntese, purificação, caracterização e produção de hormônios hipofisários humanos obtidos em bactérias e em células de mamífero geneticamente modificadas: hormônio de crescimento, prolactina, tireotrofina, foliculotrofina luteotrofina; modelos animais de terapia gênica e de distrofia muscular; estudos dos efeitos citogenéticos e mutagênicos relacionados com aplicações médicas de radioisótopos; estudos sobre a marcação de diferentes proteínas com ¹²⁵I; criação e manutenção de animais de laboratório para testes *in vivo* dos radiofármacos.

Principais resultados:

(1) Desenvolvimento de um método de ensaio novo envolvendo a purificação da BTHX-1 em uma única etapa – o método reduz o consumo e o custo de insumos raros e caros;

(2) Aperfeiçoamento do processo de renaturação de proteínas recombinantes agregadas utilizando alta pressão hidrostática trazendo benefícios de natureza econômica e ambiental;

(3) Síntese e caracterização de uma forma de tireotrofina recombinante humanizada para aplicações farmacêuticas (trabalho encaminhado e redação de Patente);

(4) Estudos de Terapia Gênica visando os mecanismos que limitam altos níveis de hormônio circulante;

(5) Síntese e caracterização de uma forma de prolactina glicosilada;

(6) Padronização de processos de fermentação de bactérias geneticamente modificadas em nível industrial;

(7) Estudo dos efeitos citogenéticos do ^{131}I precedido por tireotrofina recombinante em modelos animais;

(8) Expressão de proteínas musculares humanas após injeção de células tronco em camundongos distróficos;

(9) Criação e manutenção de 3 novas linhagens isogênicas de camundongos SPF.

5. Desenvolvimento de Lasers, Aplicações de Lasers e Lasers de Altíssima Intensidade

Objetivo: Desenvolver aplicações de lasers na indústria, em ciências da vida e para o meio ambiente.

Principais resultados:

(1) Desenvolvimento de um método laboratorial para detectar colesterol LDL (mau colesterol) em tempo real. O método baseia-se na análise de amostra de sangue, adição de um composto de íons de terras raras e medição da intensidade de luz emitida;

(2) Desenvolvimento de um protocolo envolvendo terapia fotodinâmica e uma formulação inédita de pomada para o tratamento de câncer de pele;

(3) Disponibilizado o WebLab LIDAR para obtenção remota de informação de vários constituintes da atmosfera.

6. Radiações ionizantes em alimentos e produtos agrícolas; Aplicações das radiações e dos radioisótopos na indústria e no meio ambiente; Desenvolver e produzir fontes radioativas e aplicar as radiações ionizantes na saúde; Desenvolver instalações radiativas e equipamentos para aplicações de técnicas nucleares; Análise por ativação com nêutrons

Objetivo: Pesquisa e desenvolvimento envolvendo cura de materiais poliméricos com radiações UV e EB; beneficiamento de pedras preciosas com a radiação ionizante; tratamento de efluentes industriais, água potável, lodos e pesticidas em resíduos sólidos utilizando a radiação ionizante; dosimetria em processos de irradiação; processamento por radiação gama, feixe de elétrons

e raios X em materiais poliméricos, eletrocatalisadores, compósitos, enxertia, polímeros naturais, biomateriais e nanotecnologia; banco de tecidos biológicos, com a implantação do código de práticas para radioesterilização; desenvolvimento de novos equipamentos, sensores e detectores de radiação; aplicações da tecnologia de radiotraçadores e fontes radioativas seladas no controle de processos industriais; tomografia industrial computadorizada, para diagnóstico de processos dinâmicos, em plantas químicas e petroquímicas; espectrometria de partículas e radiação eletromagnética baseada no uso de diodos especiais de Si e medidas de parâmetros de transporte de elétrons em gases; sementes de Iridio-192, tipo *high dose*, para braquiterapia intra-cavitária; sementes de Iodo-125 e dos fios de irídio-192 para uso em braquiterapia; irradiador gama para bancos de sangue; detecção de alimentos irradiados e transgênicos; estudos do efeito da radiação em alimentos; estudos de viabilidade técnica e econômica do uso da irradiação como tratamento fitossanitário em mangas e frutas tropicais; pesquisa e desenvolvimento de novas metodologias radioquímicas, métodos de análise e interpretação de dados em áreas como geoquímica, biologia, medicina, meio ambiente, nutrição, arqueologia, agropecuária, materiais e indústria.

Principais resultados:

(1) Implementação do método microbiológico DEFT/APC para detecção de alimentos irradiados;

(2) Detecção de voláteis em especiarias;

(3) Comprovação da viabilidade da transformação de cinzas de cascas de arroz em matéria-prima para produção de peças principalmente para as indústrias automobilística e eletroeletrônica trazendo benefícios ambientais e redução de custos no processo;

(4) Desenvolvimento de tecnologia em escala piloto que permite remover elementos contaminantes e degradar compostos presentes em óleos lubrificantes automotivos usados. O processo envolve o uso da radiação gama e permite a remoção, principalmente, de enxofre, cálcio, ferro e níquel;

(5) Desenvolvimento de método de padronização de radionuclídeos de uso em medicina nuclear produzidos em ciclotron, aplicação Tl-201;

(6) Estudo de monitoração ambiental em águas do litoral de São Paulo (Ilhabela e Cubatão) utilizando mexilhões e aplicação da técnica de análise por ativação com nêutrons, identificando níveis de arsênio e selênio e comparando-os com os níveis permitidos pela legislação brasileira;

(7) Avaliação de elementos-traço em soro sanguíneo de idosos;

(8) Determinação de elementos essenciais em leite materno;

(9) Caracterização de cerâmicas arqueológicas brasileiras;

(10) Avaliação das concentrações de poluentes em solos de parques de São Paulo;

(11) Caracterização de peixes e sedimentos dos estuários de Santos, São Vicente e Cananéia;

(12) Avaliação da fitodisponibilidade de microelementos e elementos contaminantes em fertilizantes minerais e orgânicos;

(13) Remoção e reinstalação de fontes radioativas na Unidade de Coqueamento Retardado - CP1, com posterior divulgação nos jornais internos da PETROBRAS - Refinaria Presidente Bernardes Cubatão (RPBC), exemplar "Notícias da Parada 1";

(14) Instalação de 7,3 PBq (197,1 kCi, 01/07/2008) de cobalto-60 industrial no Irradiador Multipropósito, pelos profissionais do Instituto.

7. Química ambiental, tecnologias limpas

Objetivo: Desenvolver estudos em química e diagnóstico ambiental, com ênfase em programas de monitoramento em ambientes naturais e antrópicos, sistemas de tratamento de água e efluentes, avaliação de compostos orgânicos, inorgânicos, espécies bioindicadoras, planejamento e gestão ambiental, ensaios ecotoxicológicos, química atmosférica, novos processos para tratamento de resíduos e apoio aos programas envolvendo a química do urânio e materiais de interesse nuclear.

Principais resultados:

(1) Conclusão do mapeamento de selênio em águas subterrâneas na região Noroeste do Estado de São Paulo;

(2) Desenvolvimento de protocolos para avaliação do desenvolvimento embrionário de espécies utilizadas em ensaios de eco-toxicidade;

(3) Sistema de aquecimento móvel, a gás, para o processo de descontaminação de rejeitos radioativos na forma de estruturas metálicas com contaminação radioativa superficial;

(4) Sistema reator/ aquecimento elétrico resistivo para descontaminação radioativa superficial de estruturas metálicas;

(5) Desenvolvimento de processo de descontaminação radioativa superficial por imersão em banho de sais fundidos ("stripping");

(6) Metodologia para análise de multi-resíduos em milho via HPLC/MS/MS;

(7) Aperfeiçoamento do protótipo do reator de oxidação em sais fundidos para destruição de pesticidas organoclorados e organofosforados (projetos PIPE-FAPESP e CNPQ);

(8) Aplicação de tecnologias químicas para tratamento de resíduos industriais;

(9) Utilização de bioadsorvedores naturais (bagaço de cana-de-açúcar, casca de banana, fibra de côco,) para tratamento de efluentes industriais e radiativos;

(10) Participação na publicação do IAEA TEC-DOC-1602 *Innovative and Adaptive Technologies in Decommissioning of Nuclear Facilities*, Vienna, October, 2008;

- (11) Monitoramento do efluente e água subterrânea do IPEN – compostos químicos;
- (12) Caracterização de siliceto de urânio e outros compostos de urânio para o elemento combustível e processos desenvolvidos no Centro do Combustível Nuclear- CCN;
- (13) Caracterização do teor de urânio e silício em amostras da água da piscina do reator IEA-R1;
- (14) Avaliação de gases de efeito estufa;
- (15) Desenvolvimento de metodologia para análise de desruptores endócrinos em águas e efluentes de estações de tratamento de esgoto;
- (16) Contribuição física, química e biológica da sub-bacia do Taquaruçu Grande ao reservatório da usina Hidroelétrica Luis Eduardo Magalhães, Bacia Alto do Rio Tocantins – TO;
- (17) Avaliação de compostos orgânicos em lodo de Estação de Tratamento de Água – Registro – São Paulo;
- (18) Sistema integrado para obtenção de informações georeferenciadas para o controle dinâmico da qualidade da água: caracterização da qualidade da água bruta e tratada para o sistema SEMASA.

8. Materiais Cerâmicos, Compósitos, Nanomateriais e Poliméricos. Caracterização química, física e isotópica.

Objetivo: Desenvolvimento de: (1) cerâmicas porosas à base de cerâmicas covalentes; (2) biocerâmicas à base de fosfatos; (3) cerâmicas bioinertes com características adequadas ao uso como biocerâmicas; (4) recobrimento biomimético de cerâmicas; (5) compósitos cerâmicos com alta resistência ao desgaste; (6) compósitos à base de Al_2O_3 - utilizando polímeros precursores cerâmicos; (7) nanopartículas cerâmicas; (8) condutores protônicos à base de cerato; eletrólitos sólidos preparados com nanopartículas; (9) compósitos de matriz polimérica obtidos por bobinagem de filamentos; (10) materiais metálicos para uso em implantes; (11) materiais e revestimentos resistentes a corrosão / oxidação em diversos meios; (12) processamento de materiais particulados para uso na indústria; (13) materiais magnéticos à base de terras raras; (14) ferramentas de usinagem e filtros obtidos por metalurgia do pó e intermetálicos; (15) metalurgia física e ligas especiais; (16) modelagem numérica e validação experimental da resistência mecânica ao cisalhamento interlaminar de materiais compósitos do tipo CFRP; (17) filmes finos nanoestruturados via processo MOCVD; (18) processo de síntese, caracterização, processamento e modificação de polímeros de interesse das indústrias produtoras, indústrias de transformação e usuárias; (19) nanopartículas para aplicações em biotecnologia; (20) metodologias para remediação ambiental e aplicação em processos de separação utilizando nanopartículas magnéticas e nanocompósitos; (21) nanocatalisadores inorgânicos; (22) atividade em química analítica de ultra-traços; (23) metais em química-médica - influências e origens; (24) especiação química; (25) desenvolvimento de assinaturas químicas ambientais e forenses; (26) implantação de metodologias na área forense nuclear.

Principais resultados:

- (1) Técnica mais promissora para obtenção de nitreto de silício poroso com a utilização de ovoalbumina;
- (2) Processo para a obtenção de nanopartículas de zircônia-ítria e de zircônia-escândia;
- (3) Um novo processo para a preparação de condutores protônicos de zirconato de bário dopado com ítrio;
- (4) Dois modelos numéricos (2-D e 3-D) do comportamento de resistência ao cisalhamento interlaminar (ILSS) de materiais poliméricos reforçados com fibra de carbono (CFRP);
- (5) Revestimentos nanoestruturados de Cr_3C_2 ;
- (6) Revestimentos de terras raras para melhorar a resistência à degradação de ligas formadoras de cromia e alumina;
- (7) Preparação de amostras com pós-sintetizados quimicamente e avaliação da condutividade elétrica sob diferentes pressões parciais de oxigênio;
- (8) Foi enviado um pedido de patente ao Núcleo de Inovação Tecnológica - "Tubo para prótese de membro inferior em compósito híbrido epóxi carbono-vidro e processo para fabricação do mesmo";
- (9) Foi caracterizada a resistência à corrosão e toxicidade dos produtos de corrosão de materiais metálicos usados como biomateriais;
- (10) Estão sendo analisados e/ou avaliados: (a) enxertos em ratos, de fosfato de cálcio; (b) camadas biomiméticas de compostos à base de nitreto de silício; (c) compósitos à base de alumina ou de nitreto de silício com adição de carbetos;
- (11) Desenvolvidas microesferas de vidro para fins radioterápicos;
- (12) Desenvolvidas matrizes vítreas para inertização de rejeitos industriais e nucleares;
- (13) Desenvolvidas ligas de cobre para uso em transmissão de energia;
- (14) Identificação da origem de minérios apreendidos no Amapá – Caso Torianita;
- (15) Novos métodos para identificação de resíduos de disparo de armas;
- (16) Desenvolvimento de metodologia para identificação de recenticidade de assinaturas em documentos;
- (17) Novo procedimento para diagnóstico em pacientes com Diabetes Mellitus tipo 2.

9. Metrologia das radiações, rejeitos radioativos, radioproteção e controle e segurança das instalações e materiais nucleares.

Objetivo: Pesquisa, desenvolvimento e caracterização de materiais dosimétricos; desenvolver métodos de dosimetria externa das radiações X, alfa, beta e gama pelas técnicas de ionometria, TL, TSEE, RPE e AO (Radioproteção, Radioterapia e Radiodiagnóstico); desenvolver métodos de calibração de instrumentos, assim como de câmaras de ionização de referência, envolvendo radiações X, alfa, beta e gama (Radioproteção, Radioterapia e Radiodiagnóstico); estabelecer métodos e desenvolvimento de materiais para dosimetria de doses altas, das radiações gama, de nêutrons e de elétrons, pelas técnicas de absorção óptica, termoluminescência, TSEE e ionometria; desenvolvimento de metodologias para a monitoração interna *in vivo* e *in vitro* de trabalhadores ocupacionalmente expostos; desenvolver modelos computacionais e simulações empregando Método de Monte Carlo no cálculo das doses interna e externa; receber, tratar, acondicionar e armazenar rejeitos radioativos gerados no IPEN e outras instalações; supervisão de radioproteção nas instalações; atendimento a emergências radiológicas e nucleares e atividades correlatas.

Principais resultados:

(1) Desenvolvimento de sistemas de dosimetria estereotóxica com aceleradores lineares equipados com mMLC;

(2) Desenvolvimento de um programa computacional de controle de qualidade para radioterapia intraoperatória;

(3) Elaboração de um guia para gestão de rejeitos radioativos em centros de pesquisa, hospitais e clínicas médicas;

(4) Avaliação do desempenho de detectores termoluminescentes em feixes clínicos de elétrons;

No CDTN

1. Processamento de Bens Minerais e Resíduos Industriais para Recuperação de Metais

Objetivos:

Realizar estudos em escala de laboratório e piloto visando o desenvolvimento de processos de concentração mineral para viabilizar o aproveitamento de minerais de interesse contidos em diferentes tipos de minério;

Realizar estudos em escala piloto visando simplificar os circuitos existentes nas unidades industriais de concentração de minério, obter concentrados de melhor qualidade, aumentar a produtividade e reduzir os custos operacionais;

Desenvolver tecnologias de concentração por flotação em coluna visando o aproveitamento de finos e rejeitos de minérios descartados em unidades industriais e estocados em bacias de rejeitos;

Agregar valor a bens minerais e aos subprodutos do seu beneficiamento com utilização de radiação ionizante nas cadeias produtivas.

Principais resultados:

Duas orientações de doutorado, 02 orientações de iniciação científica, 04 publicações em anais de eventos internacionais, 06 publicações em anais de eventos nacionais, 01 pedido de patente, 04 publicações em periódicos internacionais, 45 citações no ISI e 51 laudos de análise e calibração.

2. Física Médica

Objetivo: Realizar pesquisa e desenvolvimento em radiodiagnóstico e radioterapia.

Em vista das projeções alarmantes de ocorrência do câncer de mama, um dos objetivos deste projeto, que é estabelecer parâmetros e promover a implantação de sistemas que garantam a qualidade dos exames mamográficos realizados, tem implicações imediatas para a melhoria da saúde pública, objetivo primordial das ações do SUS;

Desenvolver e validar as metodologias e sistemas de dosimetria e de controle de qualidade de imagens, contribuindo para proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico;

Desenvolver, a partir de produtos naturais e substâncias sintéticas, moléculas com potencial radiofarmacêutico para terapia e/ou radiodiagnóstico;

Desenvolver materiais para incorporação de radionuclídeos para serem utilizados como fontes de braquiterapia bem como materiais de encapsulamento dessas fontes, procedimentos de dosimetria teórica e experimental e estudo de viabilidade de se realizar, no CDTN, dosimetria de radiação beta em sementes de braquiterapia;

Principais resultados:

Três orientações de iniciação científica, 01 orientação de mestrado, 09 publicações em anais de eventos internacionais, 01 publicação em anais de eventos nacionais, 02 publicações em periódicos nacionais, 02 publicações em periódicos internacionais e 02 processos e técnicas desenvolvidos.

No IEN

1. Desenvolvimento de Tecnologia para Salas de Controle.

Objetivo: Desenvolver e avaliar Procedimentos de Operação Computadorizados (POCs) para salas de controle avançadas do simulador de planta nuclear de potência do LABIHS.

Principais resultados:

Foi levantado o estado da arte dos sistemas de POCs (RT/IEN-02/2008);

Foi implementado e avaliado um POC para o simulador do LABIHS (RT/IEN-04/2008);

POC implementado foi apresentado no PIBIC/PROBIC 2008.

2. Desenvolvimento de Sistemas Específicos para Reatores Nucleares de Pesquisa e de Potência.

Objetivo: Desenvolver software para a segunda versão do sistema de monitoração de inventário do reator (SMIR-2) da usina nuclear Angra 1.

Principais resultados:

Software desenvolvido e em fase final de V&V.

3. Desenvolvimento de sistemas específicos para reatores nucleares de pesquisa e de potência.

Objetivo: Desenvolver sistemas específicos para modernização do reator produtor de radioisótopos RP-10 do Instituto Peruano de Energia Nucleares (IPEN).

Principais resultados:

Modernização do sistema de monitoração de radiação;

Modernização do sistema de varredura de arames de cobre irradiados (controle de qualidade do fluxo neutrônico).

4. Desenvolvimento de Softwares para Visualização Científica e Realidade Virtual Aplicada a Instalações Nucleares.

Objetivo: Utilizar ambientes virtuais na estimativa de dose de radiação em instalações nucleares.

Principais resultados:

Tese defendida em abril/2008.

5. Análise da confiabilidade humana em instalações industriais.

Objetivo: Implantar o Laboratório de Usabilidade e Confiabilidade Humana – LABUCH

Principais resultados: Equipamentos e softwares adquiridos e laboratório implantado.

6. Desenvolvimento de Instrumentação Nuclear.

Objetivos:

Desenvolver um dosímetro pessoal com fotodiodo;

Desenvolver software para medição de altura da fase líquida em escoamentos bifásicos para o Laboratório de Termo-hidráulica Experimental da Divisão de Reatores do IEN;

Desenvolver interface de comunicação para o monitor de radiação MRA-7027, usando rede de comunicação via protocolo TCP-IP (internet).

Principais resultados:

Protótipo desenvolvido do dosímetro pessoal modelo 7030 para medida de dose e taxa de dose para radiações X e gama;

Software desenvolvido;

Interface de comunicação desenvolvida.

7. Processo de Separação e Purificação de Urânio e Ácido Fosfórico a partir do Colofanito.

Objetivo: Desenvolver um processo de separação e obtenção de urânio de grau nuclear e de ácido fosfórico de grau técnico e/ou alimentar por extração líquido - líquido em circuito fechado, a partir do colofanito proveniente da jazida pertencente às Indústrias Nucleares do Brasil – INB, localizada no município de Santa Quitéria, no estado do Ceará, visando a implantação de uma usina industrial neste município.

Principais resultados:

Processo de obtenção de urânio de grau nuclear em desenvolvimento e operacionalização em nossa instalação piloto de extração por solvente de múltiplos estágios, por 140 horas.

8. Síntese de Partículas Ultra Finas de Titânia (TiO₂) pelo Processo Sol-Gel.

Objetivo: Obter pós nanoestruturados de TiO₂ (10–100 nm), visando a obtenção de nanocompósitos na forma de partículas e filmes finos para: utilização em pigmentos para a produção de tintas, como suporte em catalizadores e em protetores solares, como base para produtos cosméticos, medicinais e agrícolas, em vidros autolimpantes e tecidos resistentes a manchas.

Principais resultados:

Estudo da viabilidade técnica de obtenção de TiO₂ em escala micro e nanométrica, pelo processo Sol-gel.

9. Fitorremediação de Solos Contaminados com Elementos Radioativos Naturais Provenientes de Processos Industriais de Mineração e Beneficiamento.

Objetivo: Remediar solos contaminados com elementos radioativos, como tório e urânio, através de plantas nativas de clima tropical.

Principais resultados:

Projeto e confecção de Casa de Vegetação. Testes preliminares para seleção das espécies vegetais.

10. Funcionalização de Espumas de Poliuretano para Extração e Separação de Urânio e Tório de Soluções Aquosas

Objetivo: Obter espumas de poliuretano com grupos funcionais específicos para extração e separação de urânio e tório visando ao tratamento de efluentes líquidos industriais.

Principais resultados:

Testes preliminares para síntese de espuma de poliuretano.

11. Medida de Porosidade em Pastilhas de UO_2 utilizando Técnicas Ultrassônicas e Redes Neurais.

Objetivo: Garantir a integridade estrutural do combustível nuclear por técnica não destrutiva.

Principais resultados:

Foi desenvolvida e testada uma técnica ultrassônica por contato, usando o sinal no domínio da frequência, o que, associado a um tipo específico de rede neural permitiu definir a porosidade em pastilhas de alumina com uma resolução de 0,04%.

12. Avaliação Acustoelástica do Aço Estrutural 20MnMoNi55 Usado nos Vasos de Pressão de Angra II e Angra III e Avaliação de Tensão em Tubos Soldados.

Objetivo: Medir tensão em materiais estruturais da indústria nuclear por técnica não destrutiva.

Principais resultados:

Foram levantadas as propriedades mecânicas dos materiais e feitas suas análises químicas. Foram confeccionados os corpos de prova, tanto do aço 20MnMoNi55 como do API 5L X70, para carregamento em flexão, em compressão e em tração e determinadas suas constantes acusto-elásticas. Medições ultrassônicas foram realizadas ao longo dos materiais e foi feito um estudo de seu comportamento acusto-elástico.

13. Degradação Fotocatalítica Solar de Nitrogênio Amoniacal de Efluente Líquido Gerado no Processo Produtivo de UO_2 .

Objetivo: Remoção de amônia a fim de ajustar o efluente aos padrões estabelecidos pelo CONAMA, por meio de reações fotocatalisadas por TiO_2 suportado em vermiculita.

Principais resultados:

Desempenho do catalisador sob diferentes fontes de luz ultravioleta.

14. Foto-Oxidação Catalítica Sensibilizada por Corantes para Tratamento de Efluentes Industriais e Desinfecção de Esgoto Secundário.

Objetivo: Remoção de amônia e contaminantes orgânicos a fim de ajustar o efluente aos padrões estabelecidos pelo CONAMA, por meio de reações fotocatalisadas por corantes orgânicos de baixo custo.

Principais resultados:

Desempenho do catalisador sob diferentes fontes de luz ultravioleta.

15. Tratamento de Rejeitos Líquidos Contendo Urânio Utilizando Processos de Separação por Membranas Poliméricas.

Objetivo: Obter efluentes com níveis de urânio permitidos para descarte para o meio ambiente e recuperação de urânio para o processo produtivo de UO₂.

Principais resultados:

Testes realizados no Laboratório de Tecnologia de Membranas do IEN utilizando água da cava da mina de Poços de Caldas/INB mostraram que é possível tratar rejeitos contendo urânio por membranas de nanofiltração.

16. Desenvolvimento de Técnicas Computacionais e Experimentais para Reatores Avançados e Inovadores.

Objetivos:

1) Desenvolver novas metodologias e conceitos na área de reatores nucleares avançados e inovadores;

2) Auxiliar na melhoria da segurança e da performance das instalações nucleares brasileiras;

3) Dotar o país de um núcleo mínimo de excelência na área de reatores nucleares;

Fontes de Recursos: CNPq, FAPERJ.

Principais resultados alcançados em 2008:

Artigos publicados em periódicos indexados internacionais : 5;

Trabalhos publicados em congressos nacionais: 4 artigos resumidos (encontro PIBIC/PROBIC);

Trabalhos publicados em congressos internacionais: 3;

Recursos de fomento captados : R\$ 150.000,00.

17. Caracterização de um Sistema de Radiografia com Nêutrons Térmicos, Desenvolvimento de um Sistema de Imagens Radiográficas em Tempo Real, e de Imagens Tomográficas Tri-dimensionais Utilizando Neutrons Térmicos.

Objetivo: Inspecionar peças e sistemas dinâmicos na área industrial.

Principais resultados:

O sistema utilizando telas de fósforo "Image plate" já foi caracterizado e já está sendo utilizado em aplicações industriais. O segundo sistema já está sendo utilizado para obtenção de radiografias com nêutrons em tempo real e está em desenvolvimento um programa computacional para reconstrução das imagens tomográficas a partir de neutrografias obtidas em diversos ângulos.

No CRCN-NE

1. Otimização de Bancada Experimental para o Pressurizador do Reator IRIS.

Objetivo: Desenvolver um *loop* em escala reduzida para simulação do comportamento do pressurizador do reator IRIS.

Principais resultados:

Projeto em escala reduzida do pressurizador do IRIS concluído; aquisição de alguns componentes (bomba e trocador de calor) do *loop* a ser construído no CRCN-NE para simular o comportamento do pressurizador do IRIS; 1 tese de doutorado concluída; 1 dissertação de mestrado concluída.

2. Uso do dosímetro Fricke gel para avaliações de doses *in loco* e via postal, produzidas por equipamentos de raios X.

Objetivo: Sintetizar o dosímetro Fricke em forma de gel e torná-lo aplicável à dosimetria de equipamentos de raios X dermatológicos.

Principais resultados:

Síntese do dosímetro Fricke em forma de gel; Aplicação do referido dosímetro para equipamentos de raios X terapêuticos e fontes de Co-60; 3 trabalhos de alunos de IC no CONIC/UFPE.

3. Avaliação da qualidade pós-colheita de frutos cultivados na região do sub-médio São Francisco submetidos à tecnologia de radiação ionizante.

Objetivo: Estudo de viabilidade da aplicação da irradiação aos frutos produzidos na região do Vale do Rio São Francisco, com vista à exportação.

Principais resultados:

Montagem de 1 laboratório pós-colheita de frutos, 2 artigos publicados em periódicos internacionais.

4. Avaliação do impacto ambiental devido à atividade de produção e reparo de baterias chumbo-ácidas na cidade de Belo Jardim, PE.

Objetivo: Caracterizar teores de metais pesados em amostras ambientais devido à produção e reparo de baterias automotivas.

Principais resultados:

Iniciado no final de 2008; aquisição de amostrador de sedimentos e materiais para o laboratório; coleta de amostras de água, sedimentos e plantas para análise de metais e datação.

5. Use of lichens as biomonitor of environmental pollution by burning of sugar cane in Pernambuco, Brazil (Projeto AIEA/ ARCAL RLA/ 02/03)

Objetivo: Estudar e aplicar a tecnologia de utilização de líquens para monitoração da poluição atmosférica.

Principais resultados:

Instalação de 10 biomonitoros na Reserva Ecológica de Gurjaú para controle semestral; início das atividades laboratoriais para validação da metodologia de análise de líquens utilizando material certificado; inclusão do Laboratório na intercomparação internacional no Projeto ARCAL; treinamento de uma pesquisadora na Argentina, no curso de amostragem de biomonitoros.

6. Desenvolvimento de modelos computacionais de exposição utilizando fantasmas de voxels de corpos humanos e de cobaias para cálculos dosimétricos ocupacionais, ambientais, médicos e acidentais.

Objetivo: Desenvolver modelos computacionais para cálculos dosimétricos.

Principais resultados:

Construção do fantoma de voxel de um rato; Acoplamento do fantoma ao código MCNP4; Desenvolvimento do software DIP para processamento de imagens digitais; Acoplamento da biblioteca OpenGL ao software Fatomas GL para visualização 3D; 1 tese de doutorado, 1 artigo em periódico internacional, 4 artigos em anais de congressos internacionais e 3 artigos em anais de congressos nacionais.

7. Câmara para calibração de detectores de radônio.

Objetivo: Desenvolver uma câmara para calibração de detectores de radônio.

Principais resultados:

Aquisição e montagem da câmara de radônio concluída; Testes preliminares para utilização da câmara; 1 capítulo de livro; 4 artigos em anais de congressos internacionais.

8. Desenvolvimento de Novos Materiais Dosimétricos

Objetivo: Estudar novos materiais para serem utilizados como dosímetros.

Principais resultados:

Iniciado no final de 2008.

9. INCT em Metrologia das Radiações

Objetivo: Desenvolver metodologias e métodos em metrologia das radiações para aplicação em medicina nuclear, radiodiagnóstico e radioterapia.

Principais resultados:

Iniciado no final de 2008.

10. Sistema de instrumentação para avaliação de parâmetros dosimétricos em feixes de Radiocirurgia/Radioterapia

Objetivo: Desenvolver instrumentação para feixes de radiação de Radioterapia/Radiocirurgia.

Principais resultados:

Duas orientações em desenvolvimento Tecnológico e Inovação (DTI); 01 Orientação Iniciação Científica; 01 Orientação de mestrado concluída em instrumentação nuclear – PROTEN/UFPE; 04 Publicações científicas em revistas internacionais; 03 Publicações completas em Congressos internacionais (02 IRPA2008, e 01 ICDIM2008).

11. Instrumentação para Detecção e Metrologia de Radiações Ionizantes.

Objetivo: Desenvolver instrumentação para detecção e metrologia de radiações ionizantes: sistemas e novos métodos, bem como computacionais.

Principais resultados:

02 orientações em desenvolvimento Tecnológico e Inovação (DTI); 01 Orientação de Iniciação Científica; 01 Orientação de mestrado concluída em instrumentação nuclear – PROTEN/UFPE; 04 Publicações científicas em revistas internacionais; 03 Publicações completas em Congressos internacionais (02 IRPA2008, e 01 ICDIM2008).

No CRCN-CO

1. Exposição à radiação na região Centro-Oeste

Objetivo: Levantar indicadores de dose, com vistas à proteção radiológica de pacientes em radiologia oral e mamografia.

Principais resultados:

Artigo publicado na Revista Brasileira de Radiologia “Impacto de um Programa de Garantia da Qualidade nos Serviços de Mamografia do DF”.

2. Determinação de radionuclídeos K-40 e os das séries radioativas do U-238 e Th-232 e teores de metais pesados nos alimentos de origem animal e vegetal da região Centro-Oeste

Objetivo: Estabelecer uma linha de base dos teores de radionuclídeos naturais e metais pesados nos alimentos de origem animal e vegetal cultivados e produzidos na região Centro-Oeste para exportação e/ou comercialização interna.

Principais resultados:

Artigo publicado no 12th International Congress of the International Radiation Protection Association. (Strengthening Radiation Protection Worldwide).

3. Medidas de isótopos radioativos naturais em água-ferramenta para subsidiar o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Centro-Oeste Brasileiro

Objetivo: Desenvolver e adaptar métodos e procedimentos para análise de água que permitam a análise de isótopos radioativos naturais, fornecendo informações que subsidiem estudos hidrológicos, hidrogeológicos e de risco para saúde da população na região Centro-Oeste.

Principais resultados: em andamento.

4.2. Recolhimento e Armazenamento de Rejeitos Radioativos

Finalidade: Recolher e armazenar de forma segura os rejeitos radioativos, oriundos das diversas aplicações da energia nuclear em todo o território nacional.

Resultados

As atividades de recolhimento de rejeitos radioativos, juntamente com a manutenção dos depósitos existentes nos institutos da CNEN, vêm sendo executadas de acordo com a demanda.

Nesse sentido, além de receber os rejeitos radioativos entregues pelos usuários e atender a todos os pedidos de recolhimento desse material, atendendo-os da forma mais efetiva, as unidades responsáveis pela atividade dão atenção especial para as solicitações consideradas emergenciais, que devem ser recolhidas em um prazo máximo de 24 horas.

A Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento da CNEN, responsável pelo gerenciamento das atividades de recolhimento e armazenamento de rejeitos na CNEN, destaca no âmbito dessa Ação as seguintes realizações em 2008:

Término do estudo sobre a viabilidade da implantação da Empresa Brasileira de Rejeitos Radioativos, preparação do projeto de lei de sua criação e preparação do projeto de Estatuto Social

da Empresa nos termos da Lei 6.404/ 76. O pacote de projetos e propostas foi apresentado ao Comitê de Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro (Comitê Interministerial) que estuda a deliberação sobre a criação da empresa ou sua inclusão como uma diretoria ou departamento da empresa estatal INB – Indústrias Nucleares do Brasil S. A.. Essa decisão ficou adiada para o início de 2009;

Projeto Repositório de Baixo e Médio Nível (RBMN) – Em 07 de Novembro de 2008, foi realizada a reunião de abertura dos projetos do Repositório de Baixo e Médio Nível – RBMN e de Comunicação e Interação com a Sociedade – CIS, este último de apoio à implantação do repositório. O objetivo do projeto RBMN consiste na concepção, projeto, construção, licenciamento e comissionamento do Repositório Brasileiro, incluindo as áreas de deposição e todas as instalações de apoio necessárias. Este repositório é previsto para receber os rejeitos de baixo e médio nível de radiação, armazenando-os de modo seguro dos pontos de vista ambiental, radiológico e físico, evitando riscos para os seres vivos. Estes rejeitos são gerados nas instalações nucleares e radiativas do país e em aplicações na medicina, indústria, agricultura e pesquisa. A implantação do repositório nacional é um requisito técnico importante e, atualmente, uma exigência legal para a entrada em operação da central nuclear de Angra 3, uma vez que a exigência nº 2.18 da Licença de Aprovação do Local, expedida pelo IBAMA, determina que ele esteja em construção até a entrada em operação da Usina. Assim, as etapas de seleção de local, licenciamento ambiental (Licenças Prévia e de Instalação) e nuclear (Certificados de Aprovação dos Relatórios de Local –CARL – e de Análise de Segurança – CARAS) e projeto básico e de engenharia do repositório devem estar prontas para o início de sua construção até 2013, data de início de operação de Angra 3. Foram organizados cinco grupos de trabalho (GTs), que produziram relatórios técnicos nos temas: inventário, seleção de local, licenciamento, análise de segurança e projeto. Foram elaborados o Termo de Abertura do Projeto RBMN e o Relatório do Escopo Preliminar do Projeto RBMN, com base na produção dos GTs. Foi também organizado um glossário específico com a terminologia utilizada nas normas nacionais, para melhor interação dos especialistas. Estas informações foram publicadas na “Intranet” do CDTN, podendo ser acessadas pelos participantes das demais unidades da CNEN. No âmbito do projeto CIS, houve a participação de um membro da equipe de rejeitos do CDTN no Curso interregional em “Tomada de Decisão e Envolvimento de Grupos de Interesse no Desenvolvimento de Repositórios”. Este treinamento foi ofertado em conjunto pela Agência Internacional de Energia Atômica e a empresa nuclear canadense Atomic Energy of Canada, tendo participado, como treinandos, representantes de operadores e órgãos licenciadores de países que operam reatores de potência. Foi ainda realizado o treinamento de outro membro da equipe do CDTN em instituições dos Estados Unidos, na área de estudos de teoria geral das incertezas e novas ferramentas em desenvolvimento para tratamento desses eventos;

Projeto de Desenvolvimento de Recipientes para Transporte e Armazenamento (DIRTA) – Em 07 de Novembro de 2008, foi realizada a reunião de Abertura do Projeto de Desenvolvimento de Recipientes para Transporte e Armazenagem (DIRTA) para Elementos Combustíveis Irrradiados em Centrais Nucleares de Potência. O projeto em questão pretende criar as facilidades para armazenar no Depósito Intermediário de Longo Prazo de Combustível Irrradiado – DILP, fora do sítio da central nuclear, os elementos combustíveis irradiados provenientes da operação das centrais. A prioridade é estar com os recipientes para transporte e armazenagem definidos e, o modelo de armazenagem e a proposta de local de depósito intermediário, *sugeridos* até a entrada em operação de Angra 3, conforme condicionante nº 2.18 da Licença de Aprovação do Local daquela usina, expedida pelo IBAMA. Para atingir o objetivo do Projeto, pretende-se desenvolver e testar um protótipo de recipiente

para transporte e outro para armazenagem até 2013. Até meados de 2015, serão construídos e qualificados os recipientes de transporte e de armazenagem em escala 1/1. O projeto está na fase de elaboração da Declaração de Escopo, já tendo sido encaminhado o Termo de Abertura para aprovação da Diretoria da CNEN;

Centro de Referência em Rejeitos Radioativos – Foi submetida à FINEP uma proposta de projeto cujo objetivo é prover o país de capacitação científica e tecnológica adequadas para gerenciar os rejeitos radioativos gerados no país. Neste contexto, o projeto contemplará também a consolidação do CDTN como Centro de Referência em Rejeitos Radioativos. Foi organizado e ministrado em janeiro, o Curso “Practice Oriented Training on Quality Management of Radioactive Waste” para técnicos da América Latina e Caribe em Gerência de Rejeitos Radioativos, com o patrocínio da AIEA;

Implementação da Política Brasileira de Gerenciamento de Rejeitos Radioativos – A proposta da Política foi elaborada em 2007, e aguarda o encaminhamento para aprovação e publicação pelo órgão competente. O PNGRR, Programa Nacional de Gerenciamento de Rejeitos Radioativos foi igualmente elaborado em 2007, e aguarda encaminhamento às instituições e órgãos externos envolvidos no programa para comentar e aprovar, quando então será encaminhado ao MCT;

Em 2008, o projeto básico para a reforma e ampliação dos depósitos de rejeitos do IPEN foi elaborado e a CNEN concedeu a licença para a execução da obra. O edital para a contratação da empresa que realizará a obra foi concluído;

Conclusão em 2007 do novo depósito intermediário de armazenamento de rejeitos do IEN, ampliando em cinco vezes a sua capacidade de armazenamento;

Preparação do depósito de rejeitos do CRCN-NE para ser um depósito intermediário;

Foi realizada uma reforma em 2008 no depósito Intermediário do CRCN-CO para aperfeiçoar e corrigir defeitos no piso;

Descentralização do processo de recolhimento de rejeitos radioativos, passando este a ser executado pelo instituto mais próximo ao local da demanda;

Foi efetivada a transferência para a França, por meio da Metaux Speciaux, de nove toneladas de sódio metálico, estocadas há mais de vinte anos no IEN;

Transferência de 127 fontes de nêutrons do CDTN para os EUA, dentro do projeto de cooperação internacional com a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) de repatriamento de fontes para aquele país;

Acreditação, pela Rede de Metrologia de Minas Gerais, do ensaio de resistência a compressão do laboratório de cimentação – LABCIM do CDTN;

Realização no CDTN de curso de *Applied QM Aspects of Low Level Radioactive Waste Management*, em cooperação com a AIEA, de 3 a 14 de março de 2007, com 15 participantes da América Latina e Caribe;

Manutenção do controle institucional do depósito definitivo de Abadia de Goiás pelo CRCN-CO;

Realização pelo CRCN-CO de 137 palestras para 9.842 participantes sobre o depósito final de Abadia de Goiás (césio 137) e 1.206 visitas ao Centro;

Elaboração de um estudo de viabilidade para a criação da Empresa Brasileira de Gerenciamento de Rejeitos Radioativos;

Aprovação do Segundo Termo Aditivo ao Acordo de Parceria CNEN/Eletronuclear, que visa realizar estudos sobre a construção de um repositório para rejeitos de baixo e médio níveis de radiação.

Fontes radioativas armazenadas na CNEN

As quantidades e atividades totais das fontes radioativas armazenadas e recolhidas em 2008 pelas Unidades da CNEN são apresentadas no quadro a seguir:

Tabela 7. Fontes radioativas armazenadas na CNEN

| Tipo de rejeito | | Gerenciamento no período reportado | | | | Total armazenado | |
|--|----------------------------|------------------------------------|-----------------|---------|-----------------|------------------|-----------------|
| | | Recebido | | Tratado | | | |
| | | Quant. ⁽¹⁾ | Atividade (MBq) | Quant. | Atividade (MBq) | Quant. | Atividade (MBq) |
| Fontes Seladas | Categoria 1 ⁽²⁾ | 67 | 3,91E 08 | 0 | 0 | 2,34E 03 | 1,50E 09 |
| | Fonte de nêutrons | 13 | 6,66E 04 | 0 | 0 | 110 | 1,09E 07 |
| | Demais fontes | 333 | 3,81E 06 | 0 | 0 | 2,248E 04 | 3,45E 07 |
| Para-raios | Am-241 | 706 | 5,88E 04 | 1.712 | 1,71E 05 | 36.963 | 3,51E 06 |
| | Ra-226 | 9 | 3,33E 02 | 0 | 0 | 757 | 2,75E 04 |
| Detectores de fumaça | | 5.272 | 216,1 | 2.284 | 86,54 | 69.584 | 4,76E 03 |
| Rejeitos sólidos compactáveis (m³) | | 4,99 | 3,16E 06 | 0,2 | 80 | 1620,1 | 4.54E 06 |
| Rejeitos sólidos não compactáveis (m³) | | 3,5 | 6,75E 04 | 0 | 0 | 327,9 | 5,46E 05 |
| Rejeitos líquidos | Aquoso | 1,9 | 1,85E 04 | 0 | 0 | 4,12 | 2,15E 04 |
| | Orgânico | 0,1 | 1,0 | 0 | 0 | 5,7 | 8,0E 06 |

OBS: ⁽¹⁾ As quantidades de para-raios e detectores de fumaça referem-se ao número de peças e não de fontes

⁽²⁾ Equipamentos típicos com fontes Categoria 1: unidade de teleterapia, equipamento para verificação de solda industrial, RTG.

Ao final de 2008, a atividade total de rejeitos armazenados nos depósitos intermediários da CNEN era de 9.590 TBq.

4.3. Implantação das unidades de produção de radioisótopos (UPR) no CDTN e no CRCN-NE.

Finalidade: Implantar unidades de pesquisa e produção de radioisótopos, com vistas ao atendimento de demandas regionais no que se refere à aplicação de técnicas nucleares na medicina, na biologia e em outras áreas de interesse do setor de saúde.

Resultados

Esta atividade compreende a instalação de uma Unidade de Produção de Radiofármacos no Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear-CDTN, instituto de pesquisa da CNEN localizado na cidade de Belo Horizonte e, uma outra unidade do mesmo porte, no Centro de Ciências Nucleares do Nordeste-(CRCN/NE), instituto de pesquisa da CNEN, recentemente inaugurado na cidade de Recife.

Ambas as unidades tem por objetivo a produção local de radiofármacos especiais, destinados a exames de radiodiagnósticos, e que não podem ser adquiridos nos centros produtores da CNEN localizados no Rio de Janeiro e em São Paulo, em virtude de terem uma meia-vida muito curta, o que inviabiliza o seu transporte a grandes distâncias.

No primeiro semestre de 2008 foi inaugurada a Unidade de Produção de Radiofármacos-UPR de Belo Horizonte, que iniciou sua produção, em escala piloto, no segundo semestre.

Na UPR de Recife foram concluídas as obras civis e iniciados os procedimentos para instalação do acelerador Cíclotron, o qual será entregue no primeiro semestre de 2009.

A execução física alcançada foi a seguinte:

UPR do CDTN: 95%

UPR do CRCN: 85%

4.4. Produção de Substâncias Radioativas para a Área Médica

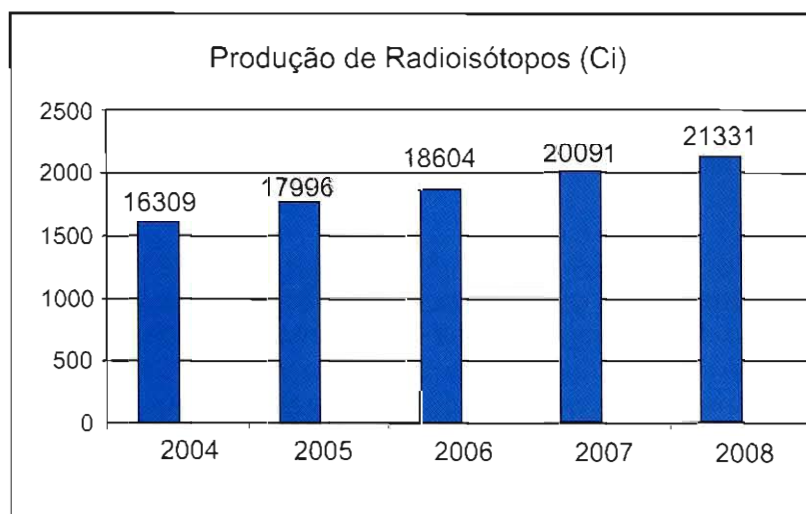
Finalidade: produzir radioisótopos e radiofármacos, com a finalidade de atender à demanda nacional dos serviços de medicina nuclear, disponibilizar técnicas mais modernas e eficazes à população brasileira e reduzir os gastos com a importação desses produtos.

Resultados

O fornecimento de 21.331.449 mCi de radioisótopos e radiofármacos, no ano de 2008, com um aumento da ordem de 6% em relação a 2007, garantiu o atendimento da demanda nacional e a realização de cerca de 3,6 milhões de procedimentos médicos.

A evolução da atividade de radioisótopos produzida entre os anos de 2004 e 2008 está apresentada na figura adiante:

Figura 6 - Produção de radioisótopos



Os principais produtos, sua aplicação mais usual e as quantidades produzidas em 2008 são apresentados na tabela a seguir:

Tabela 8 - Principais produtos

| PRINCIPAIS RADIOISÓTOPOS E RADIOFÁRMACOS FORNECIDOS | | |
|---|---------------------------|---|
| Produto | Quantidade (mCi) | Aplicação |
| Gerador de tecnécio Tc-99m | 18.673.250 | Localização de lesões cerebrais, estudos da tireóide, imagens de glândulas salivares e cintilografia gástrica |
| Iodeto de sódio I-131 | 1.362.428 | Estudo da função tireoidiana |
| Iodeto de sódio I-131 em cápsula | 546.420 | Estudo da função tireoidiana |
| Citrato de gálio Ga-67 | 61.867 | Localização de tumores em tecido mole e lesões inflamatórias |
| Sementes de I-125 (unidades) | 31.064 | Braquiterapia |
| Cloreto de tálio Tl-201 | 14.060 | Imagem cardíaca, avaliação do nível de lesão no músculo cardíaco em repouso e em exercício |
| Metaiodobenzilguanidina – MIBG I-131 | 12.769 | Cintilografias de feocromocitomas e neuroblastomas |
| Fluorodeoxiglicose FDG-18 | 319.980 (12.237 doses) | Oncologia - Diagnóstico de funções cardíacas e de câncer de mama, linfoma, câncer de pulmão |
| Ácido fosfórico - P-32 | 2.345 | Pesquisa na área de biotecnologia |
| Iodeto de sódio I-123 | 5.303 | Estudo da função tireoidiana |
| Sulfato de sódio S 35 | 341 | Pesquisa na agricultura e estudos metabólicos |
| 123.MIBG | 1.738 | Diagnóstico de doenças cardíacas e tumores |

Durante o ano de 2008 foi inaugurado o ciclotron do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear – CDTN. Em 14 de outubro de 2008, teve início o fornecimento gratuito de Fluordesoxiglicose (FDG), e, em 30 de outubro de 2008, o fornecimento comercial. Foi fornecido o total de 51 doses, sendo que 17 são relativas ao período de 14/10/2008 a 25/10/2008 e 34 relativas ao período de 30/10/2008 a 18/12/2008, significando o atendimento a 51 pacientes. Em novembro de 2008, foi realizada a auditoria principal para a concessão da certificação ISO 9001:2000 para a instalação.

Considerando a previsão de crescimento da demanda por substâncias radioativas para a área médica e visando um atendimento mais eficiente nas regiões do Brasil, encontra-se em andamento o processo de instalação do ciclotron e da nova unidade produtora de radioisótopos de meia-vida curta em Recife, Pernambuco. Sua conclusão está prevista para março de 2009.

Nos últimos anos, uma das grandes dificuldades encontradas pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) tem sido a adaptação das suas unidades de produção de radioisótopos e radiofármacos, algumas delas com mais de 20 anos, aos requisitos das Boas Práticas de Fabricação (BPF), exigidos pela Vigilância Sanitária (ANVISA) para concessão do registro dos produtos do Instituto. Por esta razão, especial ênfase tem sido dada à compra de equipamentos específicos para controle de qualidade dos produtos e das instalações sob o ponto de vista de segurança radiológica e melhoria das instalações, principalmente na criação de “salas limpas”, segregação de ambientes, melhoria das células de produção e controle de efluentes. Deve-se destacar também a manutenção da certificação ISO-9001-2000 pela unidade de Radiofarmácia do IPEN.

Por outro lado, o setor de pesquisa e desenvolvimento de novos produtos tem atuado com bastante eficiência, colocando à disposição dos clientes três novos produtos: Lutécio-177-Dotatate; Octreotídio-In-111 e Ytrio-90-Hidroxiapatita, tendo sido distribuídos em 2008, respectivamente, 23.450 mCi, 1.194 mCi e 55mCi.

O Instituto de Engenharia Nuclear (IEN) também vem enfrentando dificuldades na implantação das Boas Práticas de Fabricação (BPF) e na obtenção da certificação dos seus produtos junto à ANVISA. A unidade de produção de radiofármacos do IEN não comporta mais nenhuma adaptação de suas instalações e, há alguns anos, vem necessitando de uma significativa ampliação e modernização para atender aos requisitos da RDC-210 (Resolução ANVISA). Para uma completa modernização/ampliação, o IEN necessitará também da criação de “salas limpas”, aquisição de novas células de processamento dos radiofármacos e equipamentos de controle de qualidade.

Perspectivas:

Adequar o Centro de Radiofarmácia do IPEN e as instalações de produção de radiofármacos do IEN quanto às Boas Práticas de Fabricação da ANVISA;

Criar a Empresa Brasileira de Radiofármacos - EBR, com o objetivo de absorver as atividades da DPD/CNEN referentes à produção e comercialização de radiofármacos, com exceção das atividades com reator de pesquisa.

4.5. METROLOGIA DAS RADIAÇÕES IONIZANTES

Finalidade: Manter os padrões nacionais para medições das radiações ionizantes e disseminar essa padronização para o país, garantindo assim a coerência das medições realizadas no Brasil

com o sistema metrológico internacional e, por meio dos padrões nacionais, garantir a rastreabilidade dos padrões de referência dos Laboratórios de Calibração Regionais que integram a Rede Brasileira de Metrologia das Radiações Ionizantes.

Resultados

Foram calibrados, em 2008, 550 instrumentos na área de radiações ionizantes, de um total previsto, no ano, de 550, e 251 instrumentos na área de nêutrons, de um total previsto de 200 para o ano. Foram ainda produzidas 580 fontes padrões de diferentes radionuclídeos. Outros produtos são: a garantia da rastreabilidade dos padrões de referência dos laboratórios de calibração regionais que integram a Rede Brasileira de Metrologia das Radiações Ionizantes; a manutenção da rede de laboratórios certificados e condução do Programa Nacional de Intercomparações ambientais; a condução do programa de radiofármacos e a condução do programa de matrizes naturais.

Tabela 9. Outros resultados:

| Tipo de Resultado | Quantidade |
|--|------------|
| Número de rastreabilidades executadas | 6 |
| Número de serviços atendidos para controle de qualidade de radiofármacos | 74 |
| Número de fontes certificadas | 580 |
| Número de calibrações de monitores e equipamentos | 801 |
| Número de artigos publicados em periódicos nacionais | 1 |
| Número de artigos publicados em periódicos internacionais | 4 |
| Número de trabalhos apresentados em congressos nacionais | 1 |
| Número de trabalhos apresentados em congressos internacionais | 5 |

Principais projetos e pesquisas realizados:

1. Estudos sobre padronização primária e secundária de fontes de nêutrons.

Objetivo: Obter novos valores dos parâmetros de influência na padronização primária absoluta e secundária de fontes de nêutrons.

Principais resultados:

a) Medições de diferentes concentrações de solução aquosa de sulfato de manganês e obtenção de parâmetros físicos da solução e descrição de função analítica do comportamento dos parâmetros físicos;

b) Projeto e construção de novo sistema de irradiação de amostras do sistema BSM;

c) Novos valores e procedimentos para a medição da razão de átomos, densidade e concentrações para o sistema BSM;

d) Novas simulações para a construção de uma plataforma de acesso ao sistema BSM.

2. Estudos sobre espectrometria de nêutrons.

Objetivo: Garantir capacidade para realizar espectrometria de nêutrons visando melhorar a dosimetria de nêutrons no Brasil e caracterizar os espectros padrões de nêutrons do LN/LNMRI.

Principais resultados:

Obtenção de um novo programa que utiliza redes neurais para extração de espectros de nêutrons a partir da técnica de medição por multi-esferas de bonner;

a) Medição de vários espectros de nêutrons em ambientes externos pelo Brasil e em uma sala de um acelerador clínico.

3. Estudos sobre medição do equivalente de dose individual e ambiente em instalações ocupacionalmente expostas.

Objetivo: Determinar valores e incertezas nas medições de equivalente de dose.

Principais resultados:

Medições de equivalente de dose ambiente devido a nêutrons em locais de aceleradores clínicos;

Irradiações de monitores individuais tipo albedo em campos de referência de nêutrons.

4. Desenvolvimento de um sistema Postal para Dosimetria e Controle de Qualidade em Braquiterapia

Objetivo: Construção de um fantoma para avaliação postal da dosimetria de fontes de braquiterapia.

Principais resultados: Elaboração de um programa de simulação por Monte Carlo, empregando o Código Geant4, do protótipo do fantoma incluindo fontes de braquiterapia e dosímetros do tipo TLD.

5. Padronização primária em kerma no ar (Co-60)

Objetivo: Disponibilizar a grandeza kerma no ar de forma absoluta, fazendo com que o País seja autossuficiente nessa área.

Principais resultados: Elaborado um programa usando o PENELOPE2006 para caracterizar o espectro em energia de ftons em um campo de 10 cm x 10 cm² à distancia de 100 cm da fonte.

6. Avaliação das incertezas de um padrão primário para feixes de raios X de baixa energia.

Objetivo: Estabelecer uma câmara de ionização de placas paralelas como um padrão primário do LNMRI/IRD para a grandeza Kerma no ar em raios X de baixa energia.

Principais resultados:

Avaliação das incertezas provenientes do alinhamento e posicionamento da câmara de ionização de placas paralelas em feixes de raios X de baixa energia.

Aprimoramento do processo de calibração de instrumentos de medição utilizados em raios X de mamografia e de dosímetros para baixa energia.

7. Desenvolvimento e Implantação de Requisitos de Ensaio e Calibração de Dosímetros Pessoais em Condições de Campos Mistos de Radiações X e Gama.

Objetivos:

Desenvolver e implantar requisitos de ensaio e calibração de dosímetros pessoais;

Definir novas qualidades de radiações para ensaio e calibração de dosímetros pessoais ativos, em condições de campos mistos de radiações.

Principais resultados:

Definidas as energias dos feixes de radiação representativas dos campos mistos encontrados em quatro atividades profissionais;

Desenvolvidas e implantadas no LNMRI-IRD/CNEN duas qualidades de radiações, definidas como N-360 e N-420.

8. Determinação de Distribuições de Taxa de Dose no Entorno de um Arranjo de Fontes de Ir-192 para Braquiterapia.

Objetivo:

Obter as distribuições de dose em fantasmas devido a um arranjo espacial de fontes empregadas em braquiterapia.

Principais resultados:

Determinação das curvas de isodose em fantasmas de água por intermédio do método de Monte Carlo, empregando o software Geant4.

9. Harmonização de boas práticas para medição da Atividade em medicina nuclear

Objetivos:

a) Uniformizar os procedimentos de medição da atividade de radiofármacos nos Laboratórios de Dosimetria Padrão Secundário (SSDL) visando a melhoria na exatidão;

b) Implantar, no Brasil, uma rede de Laboratórios Regionais de Metrologia para os radionuclídeos utilizados na medicina nuclear.

Principais resultados:

Foram implantados os Laboratórios Regionais de Metrologia para medicina nuclear no CRCN (região NE), ESBRA (região CO) e ESPOA (região Sul), onde o LNMRI:

Coordenou rodada de comparação nacional para medição de ^{99m}Tc com o provedor IPEN e Centros de Medicina Nuclear de Rio de Janeiro, São Paulo, Recife e Porto Alegre, promovida e organizada pelo LNMRI;

Desenvolveu um programa comparativo para verificar o desempenho entre os sistemas de anticoincidência $4\pi\beta(\text{LSC})-\gamma(\text{NaI}(\text{TI}))$ e coincidência $4\pi\beta(\text{PC})-\text{NaI}(\text{TI})$;

Participou, em 2008, de comparação internacional para avaliar desempenho de métodos primários de medição de atividade do ^{57}Co , organizada pela International Atomic Energy Agency;

Todos os procedimentos uniformizados.

10. Produção de parâmetros de dados nucleares na caracterização metrológica de radionuclídeos

Objetivo: Calibrar e disponibilizar para disseminação os radionuclídeos de maior interesse metrológico e uso nas aplicações na área de saúde, meio ambiente e indústria.

Principais resultados:

Foi realizada a padronização primária de soluções de ^{177}Lu , ^{57}Co , ^{233}U and ^{237}Np , para serem fornecidas aos usuários;

Foram desenvolvidas análises de impurezas e foram determinadas a meia-vida e as probabilidades de emissão de fótons para padronização de solução de ^{124}Sb por espectrometria gama;

O laboratório participou de comparação internacional, promovida pelo LNHb – França, juntamente com outros laboratórios nacionais de metrologia, para obtenção de parâmetros de dados nucleares relativos a ^{124}Sb .

4.6. CONTROLE DE RADIOPROTEÇÃO E DOSIMETRIA

Finalidade: Atender a demanda por serviços nas áreas de radioproteção e dosimetria, para o controle do uso seguro das radiações ionizantes e da tecnologia nuclear.

Resultados

Em 2008, na área analítica foram realizadas 355 análises radiométricas, 1.110 análises radioquímicas e 169 medições em contador de corpo inteiro. Na área de dosimetria individual foram analisados 69.732 dosímetros de filme e 14.830 dosímetros TLD. Outros resultados foram: Controle da dose de radiação em instalações médicas, industriais e nucleares; instalações operando em segurança dentro das normas e padrões de radioproteção da CNEN, observando a melhoria (otimização) de seu desempenho sob o ponto de vista dos critérios da radioproteção ambiental e ocupacional; pessoal treinado em cursos de catálogo e formação de alunos de pós-graduação; serviços prestados de radioproteção e dosimetria; participação nos comitês de normas e metrologia no país e exterior; treinamento dos servidores em sistema da qualidade laboratorial e de inspeção regulatória.

Tabela 10. Outros resultados:

| Tipo de Resultado | Quantidade |
|--|------------|
| Número de medições de exposição de trabalhadores (Filme Dosimétrico) | 69.732 |
| Número de amostras analisadas de efeitos biológicos (dosimetria citogenética) | 3 |
| Número de medições de exposição, utilizando técnicas de dosimetria termoluminescente | 14.830 |
| Número de análises de avaliação de dose devido à incorporação de radionuclídeos no corpo humano (Medidas <i>in vivo</i> , <i>in vitro</i> e cálculo de dose) | 31 |
| Número de certificados de análise e determinação de radionuclídeos em amostras de alimentos e insumos para exportação | 28 |
| Número de amostras de análise e determinação por espectrometria de massa no meio ambiente | 2.238 |
| Número de participação nos comitês de normas e metrologia no país e exterior | 4 |

Tabela 11. Cursos Ministrados

| Curso | Área | Entidades Participantes | Nº de alunos | Carga horária |
|---|---------------|-------------------------|--------------|---------------|
| Fundamentos de Radioproteção e Noções de Emergência | Radioproteção | Várias | 34 | 80 |
| Dosimetria para Pacientes de Medicina Nuclear Diagnóstica | Medicina | Várias | 13 | 40 |
| Proteção Radiológica e Controle de Qualidade em Radiologia Oral | Medicina | Várias | 13 | 15 |
| Ações de Resposta a Emergências Radiológicas | Emergência | Várias | 33 | 80 |
| Monitoração Individual Interna | Individual | Várias | 4 | 35 |
| Proteção Radiológica em Radiodiagnóstico | Medicina | Várias | 19 | 35 |
| Radioproteção em Medicina Nuclear | Medicina | Várias | 9 | 40 |

Tabela 12. Artigos Publicados

| Área temática | Periódicos nacionais | Periódicos internacionais |
|---------------|----------------------|---------------------------|
| Ambiental | | 7 |
| Ocupacional | | |
| Individual | 2 | 2 |
| Física Médica | 1 | 4 |

Tabela 13. Trabalhos Apresentados em Congresso

| Área temática | Trabalhos em congressos nacionais | Trabalhos em congressos internacionais |
|---------------|-----------------------------------|--|
| Ambiental | 1 | 8 |
| Ocupacional | | 2 |
| Individual | 7 | 11 |
| Física Médica | 5 | 2 |

Principais pesquisas e projetos realizados

1. Metodologia para estimar o kerma no ar e contaminação radioativa em superfícies urbanas utilizando quatro detectores NaI(Tl)

Objetivos: Desenvolver metodologia para estimativa do kerma no ar devido à contaminação, após acidente radiológico ou nuclear, em superfícies urbanas utilizando simulações com o método de Monte Carlo e redes neurais a partir de resultados de medidas de quatro detectores NaI(Tl), com blindagem adequada e posicionados em veículo automotivo.

Principais resultados: Foi realizada a avaliação da possibilidade e potencialidade do uso de redes neurais com o aplicativo NEUROSHELL II, em conjunto com dados obtidos através da modelagem pelo método de Monte Carlo com o código MCNP. Os resultados se mostraram satisfatórios demonstrando a viabilidade do trabalho. Os resultados e conclusões desta parte inicial do trabalho serão enviados para publicação em 2009. Tese de doutorado com término previsto para 2010.

2. Projeto Quali-H2O

Objetivo: Implementar núcleo multi-institucional provedor de programas interlaboratoriais na área de ensaios de qualidade de água, atendendo ao segmento de água mineral engarrafada, incluída entre os 55 itens priorizados no PBAC, e também os demais segmentos industriais que demandam ensaios em água. Cabe lembrar que a determinação de parâmetros como pH, condutividade, temperatura e microbiológicos ocorrem em bases diárias, o que torna necessário que cada indústria possua uma infraestrutura laboratorial mínima. Automaticamente, para fins de certificação do produto, há necessidade também de acreditação destes laboratórios e consequentemente da oferta de exercícios interlaboratoriais que atendam esta demanda tanto em número de parâmetros como em oferta de amostras. O programa piloto contemplará ensaios físico-químicos e microbiológicos, sen-

do que o núcleo deverá ser autossustentável e pretende, depois de implementado, oferecer programas em outras matrizes, ampliando a oferta destes programas no país.

Principais resultados: Foi criado um espaço no site da REDETEC, para o projeto QUALIH2O, onde foram disponibilizados os formulários para inscrição gratuita no programa. O projeto realizou duas rodadas de intercomparação laboratorial, com diferentes parâmetros para análise, enviando os resultados para os laboratórios. A adesão foi boa, havendo inclusive, participantes de outros estados. Foi realizado um workshop para apresentação do programa e seus resultados, juntamente com o seminário Rio Metrologia, em 2008.

3. Monitoramento de Radionuclídeos Artificiais na Costa Brasileira (MOMAN)

Objetivo: Projeto iniciado em 1999 em cooperação com a Marinha do Brasil, Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM), Arraial do Cabo, visando levantar a concentração de radionuclídeos artificiais na Costa Brasileira. O projeto consiste, atualmente, de duas coletas anuais, uma cobrindo a região de Vitória até Arraial do Cabo e outra do Rio de Janeiro até Santos (SP). São coletadas amostras de água, sedimentos e peixes. Todas são analisadas por espectrometria gama e as amostras de peixe são, também, analisadas para ^{90}Sr .

Principais resultados: Este trabalho tem o propósito de registrar em um banco de dados, as concentrações de radionuclídeos artificiais (por exemplo Césio 137, Estrôncio 90), em amostras de água, sedimentos e organismos, na área marítima próxima e ao longo de todo o litoral brasileiro.

4. Validação de Modelos de Dispersão Aquática de Radionuclídeos na Região da CNAAA

Objetivo: o projeto visa o estudo do emprego de radionuclídeos naturais e artificiais liberados pelas centrais nucleares de Angra na validação de modelos de dispersão empregados na região da Baía da Ilha Grande como, por exemplo, SisBahia. O projeto envolve a determinação do gradiente da concentração de ^3H na região da Baía da Piraquara de Fora, velocidades de sedimentação na Baía da Ribeira e dispersão de rádio na Baía da Ilha Grande.

Principais resultados: O trabalho vem sendo desenvolvido por uma bolsista de doutorado CNEN e se encontra na fase de redação.

5. Avaliação das Exposições Ocupacionais em Instalações do Ciclo Combustível e nas Indústrias com Material Radioativo de Ocorrência Natural – NORM.

Objetivos:

Identificar as vias de exposição à radiação dos trabalhadores das indústrias – ciclo do combustível e natural, em particular no segmento de exploração e produção (E&P);

Avaliar as exposições ocupacionais e sugerir a implementação de soluções para a redução das exposições ocupacionais.

Principais resultados:

Foram realizados levantamentos de grandes áreas em 03 unidades de negócios do E&P/Petrobrás, gerando cerca de 40.000 resultados de taxa de dose que foram disponibilizados em mapas para arquitetura Google Earth;

Foram realizados levantamentos de grandes áreas em mais 02 unidades de negócios do E&P/Petrobrás, gerando cerca de 25.000 resultados de taxa de dose que foram disponibilizados em mapas para arquitetura Google Earth;

Foram instalados, faltando o comissionamento, 03 monitores portais de radiação em áreas onde pode existir um potencial de exposição, de modo a controlar a entrada e saída de material;

Obteve-se a certificação de mais 02 supervisores de radioproteção, totalizando assim 21 supervisores certificados pela Autoridade Regulatória –CNEN - nas unidades de E&P da Petrobras.

6. Proteção Radiológica de Pacientes em Exposições Médicas na Área de Medicina Nuclear.

Objetivo: Projeto regional na América Latina junto à Agência Internacional de Energia Atômica visando padronizar condutas de radioproteção dos pacientes, dos trabalhadores e do público em tratamentos de iodoterapia, baseado nas recomendações da ICRP-94.

Principais resultados: Foram realizadas as análises dos procedimentos dos vários países participantes, inclusive do Brasil, baseadas nas normas da CNEN. Compilação de dados, adequação de procedimentos com a ICRP-94. Em 2009, espera-se chegar à padronização e propor adequação aos diversos hospitais que utilizam esse tipo de tratamento.

7. Proposta de protocolo de garantia de qualidade em sistemas de tomografia por emissão de pósitrons (PET) para diagnóstico em medicina nuclear

Objetivo: Estabelecer um programa de radioproteção em diagnóstico por tomografia por emissão de pósitrons – PET, fornecendo subsídios ao controle regulatório do uso dessa técnica de diagnóstico.

Resultados: Foram levantados os protocolos recomendados por agências e reguladores de outros países. Foi proposto um controle mínimo de qualidade de imagem; foram realizados os respectivos testes em simuladores. Em 2009, com a introdução de novos simuladores pretende-se chegar a uma proposta final.

8. Controle da qualidade de sistemas de planejamento de tratamento com feixes de elétrons de alta energia

Objetivo: Avaliar o desempenho de sistemas de planejamento de tratamento com feixes de elétrons de alta energia.

Principais resultados: utilizando simulação por Monte Carlo - EGSnrc, foi obtido o espectro de raios X do acelerador linear do INCA, VARIAM 2300. Ainda utilizando a ferramenta de simulação, foram obtidas as distribuições de doses em simuladores antropomórficos de modo a serem criados casos testes para avaliação dos sistemas de planejamento. Em 2009, espera-se determinar as mesmas distribuições de doses experimentalmente utilizando-se filmes radiocrômicos.

9. Estudo de efeitos de heterogeneidades em IMRT

Objetivo: Avaliar o planejamento de tratamentos radioterápicos utilizando a técnica de IMRT em situações que envolvam diferentes tipos de tecidos, ou seja, heterogeneidades.

Principais resultados:

Foi avaliado o desempenho de sistemas de planejamento em tratamentos de câncer de pulmão utilizando simulação por Monte Carlo – EGSnrc, e medidas experimentais com TLD em simuladores antropomórficos. Foi ainda verificado que alguns sistemas de planejamento podem superestimar a dose em até 100% na região do pulmão. Em 2009, pretende-se ampliar o estudo considerando-se como heterogeneidade o próprio tumor.

10. Avaliação da Segurança e Radioproteção em Aceleradores de Partículas

Objetivo: Desenvolvimento de um modelo de avaliação da segurança e da radioproteção nas instalações brasileiras de aceleradores de partículas, qualificando e quantificando o risco associado.

Principais resultados:

Realização de medições dos parâmetros de radioproteção e segurança nas instalações de aceleradores industriais e de pesquisa;

Análise dos resultados das medições.

11. Estudo de fatores relacionados à exposição radiológica de trabalhadores e pacientes em medicina nuclear

Objetivos:

Redução de doses ocupacionais e controle de procedimentos;

Otimização dos planejamentos de tratamento de braquiterapia utilizando métodos computacionais e experimentais;

Avaliação de sistemas e extração de ar em laboratórios de manipulação e inalação;

Controle de Qualidade de Gama em câmaras SPECT dos Serviços de Medicina Nuclear do Estado do Rio de Janeiro.

Principais resultados:

Otimização de metodologia para redução de doses ocupacionais e controle de procedimentos;

Desenvolvimento de metodologia de monitoração *in vivo* e *in vitro*, de radionuclídeos utilizados em medicina nuclear, em trabalhadores e pacientes.

12. Protocolo para dosimetria de pacientes submetidos a exames de corpo inteiro com ^{18}F -FDG com técnica PET/CT

Objetivo: Desenvolver um protocolo de dosimetria individualizada, para determinar doses absorvidas em órgãos de pacientes submetidos a estudos de corpo inteiro com técnica *PET/CT*.

Principal resultado: Estabelecimento de um protocolo de dosimetria externa e interna de pacientes em *PET/CT*.

13. Epidemiologia das radiações ionizantes

Objetivos:

Caracterizar e avaliar o risco à saúde humana decorrente da exposição à radiação ionizante em situações de exposições ocupacional, médica e ambiental;

Avaliação do padrão de mortalidade em um grupo de mineiros expostos ao radônio em uma mineração subterrânea de carvão;

Avaliação epidemiológica e caracterização radiológica ambiental na população residente dos municípios de Monte Alegre, Alenquer e Prainha-PA;

Avaliação dos efeitos à saúde na população de Goiânia em decorrência do acidente radioativo com o Césio-137;

Avaliação Global do risco atribuível ao radônio em residências (Projeto Internacional de Radônio da Organização Mundial da Saúde);

Avaliação do risco de mortalidade por câncer em áreas de radioatividade natural elevada – Poços de Caldas e municípios vizinhos.

Principais resultados: Publicação de 01 artigo científico em periódico internacional, 01 artigo científico em periódico nacional, além de 04 capítulos de livros.

14. Otimização da Monitoração Radiológica Ambiental e Caracterização Radiológica Ambiental do Território Brasileiro. Fase 1 - compilação de dados de radioatividade em água e acoplamento a sistema de informação geográfica.

Objetivo: Otimizar métodos e procedimentos para monitoramento ambiental. Posteriormente, desenvolver um mapa nacional de radioatividade no ambiente gerado por um banco de dados com as informações disponíveis na literatura e produzido pelos pesquisadores do IRD e de outras instituições, e acoplamento a um sistema de informação geográfica.

Principais resultados:

Publicação de 04 artigos científicos em periódicos internacionais sobre aplicação de técnicas analíticas para a determinação de radionuclídeos em amostras ambientais;

Realização do curso de Monitoração Radiológica Ambiental do programa de cursos regulares do IRD.

15. Radiovulnerabilidade de Agroecossistemas Brasileiros

Objetivos:

Gerar valores de parâmetros regionais de fator de transferência solo/planta seguindo o protocolo experimental da IUR para espécies de referência, a fim de caracterizar ecossistemas nos quais os fatores de transferência fogem dos padrões definidos por valores médios.

Aplicar métodos experimentais semi-quantitativos e quantitativos, que permitam prever o destino de elementos radioativos e estáveis em solos devido a perturbações geoquímicas causadas pelo trabalho de manejo de um solo ou devido as evoluções naturais de um sistema.

Principais resultados:

Publicação em 03 periódicos internacionais e 01 capítulo do livro "Avaliação de Impacto Radiológico Ambiental";

Orientação de 01 dissertação de mestrado.

16. Gestão, Sustentabilidade e Avaliação de Impactos Ambientais em Áreas de Mineração - *"Gestão Ambiental e Avaliação de Risco em Áreas de Mineração - Estudo de Caso: Complexo Minero-Industrial de Poços de Caldas – Fase II - Fechamento da Instalação"*

Objetivos: Compreensão globalizada dos impactos radiológicos ambientais causados por uma mineração de urânio no meio hídrico em fase pós-operacional.

Principais resultados:

Publicação de 02 capítulos no livro "Uranium, Mining and Hydrogeology". Editores: Springer Berlin Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-540-87746-2.

Participação no curso Regional de Capacitacion sobre Sistemas de Ordenacion Ambiental en el Ciclo de Produccion del Uranio, Lima, Peru, de 1 a 5 de dezembro de 2008. C7-RLA-3.006-002, apresentando o trabalho "*Uranium mining site in Brazil*".

17. Radiovulnerabilidade de agroecossistemas brasileiros

Objetivos:

Gerar valores de parâmetros regionais de fator de transferência solo/planta seguindo o protocolo experimental da IUR para espécies de referência, a fim de caracterizar ecossistemas nos quais os fatores de transferência fogem dos padrões definidos por valores médios.

Aplicar métodos experimentais semiquantitativos e quantitativos, que permitam prever o destino de elementos radioativos e estáveis em solos, devido a perturbações geoquímicas causadas pelo trabalho de manejo de um solo, ou devido às evoluções naturais de um sistema.

Principais resultados:

Publicação de artigos científicos em 02 periódicos internacionais e nos anais de 02 conferências internacionais;

Concluída a orientação de 01 dissertação de mestrado.

18. Desenvolvimento, otimização e aplicação de sistemas dosimétricos

Objetivo: Acompanhar o estado da arte mundial em dosimetria externa, contribuindo para seu desenvolvimento.

Principais resultados:

Patente solicitada para bandeja de tratamento térmico de detectores termoluminescentes (TLD);

Finalização, com sucesso, da caracterização, segundo a ISO, do monitor individual de nêutrons de albedo de dois componentes desenvolvidos neste projeto e já patenteados;

Definição do melhor colimador para exames radiológicos odontológicos periapicais;

Duas orientações concluídas: 1 dissertação de mestrado em Clínicas Odontológicas/Radiologia/UFRGS e 1 tese de doutorado no PEN-COPPE/UFRJ;

Treinamento de um bolsista latino-americano a pedido da AIEA;

Gerência do projeto internacional: IAEA C1-RLA9056/9001/01: "Fortalecimento e Atualização das Competências Técnicas para a Proteção da Saúde e Segurança dos Trabalhadores Ocupacionalmente Expostos à Radiação Ionizante".

19. Métodos numéricos aplicados à dosimetria em sistemas biológicos

Objetivo: A simulação numérica usando a técnica de Monte Carlo é empregada sistematicamente nas aplicações de física médica. Dentro deste escopo, os aspectos terapêuticos e metrológicos, serão tratados nas áreas de: braquiterapia; dosimetria com câmaras de ionização; modelagem de feixes terapêuticos e planejamento de tratamento.

Principais resultados:

Implementação de fonte de braquiterapia no código aberto GENT4, com obtenção de curvas de isodose em simulador de água;

Uma dissertação de mestrado concluída em Radioproteção e Dosimetria IRD/CNEN.

20. Análise de efeitos biológicos da radiação

Objetivo: Estabelecer, manter atualizado e aplicar os conhecimentos sobre efeitos biológicos, tanto para dosimetria quanto para caracterização de toxicidade de materiais radioativos em organismos vivos, visando melhor estimar os riscos da radiação.

Principais resultados:

Formação da Rede Latino-Americana de Dosimetria Biológica, com participação na primeira intercomparação da rede;

Início do Projeto Monte Alegre, em parceria com a FIOCRUZ, para avaliação do risco associado à anomalia radioativa encontrada nesta região do Pará;

Estabelecimento da expressão gênica frente às radiações ionizantes da bactéria *Deinococcus Radiodurans*;

Caracterização da toxicidade da monazita e seus componentes em células humanas;

Duas dissertações de mestrado concluídas em Radioproteção e Dosimetria IRD/CNEN.

21. Implementação de um Programa de Garantia de Qualidade em Mamografia

Objetivos:

Oferecer um maior número de serviços de mamografia do SUS com a qualidade requerida para o diagnóstico;

Implantar um programa de garantia de qualidade que possibilite assegurar a manutenção do padrão de qualidade da imagem, do laudo da mamografia, do controle da dose empregada e a coleta e gerenciamento das informações sobre o câncer de mama.

Principais resultados:

Apresentação do programa para os responsáveis do serviço; avaliação inicial das Condições de Proteção Radiológica; avaliação do Kerma no ar de entrada e da qualidade da imagem;

Houve aumento do número de prestadores de mamografia com melhor distribuição geográfica;

Foi possível identificar as não conformidades e alguns serviços realizaram as adequações necessárias;

Com a implementação de um programa com padronização da qualidade mamográfica e o envolvimento das equipes que representam as clínicas prestadoras de mamografia, já se verifica uma melhoria na qualidade da imagem.

4.7. Formação Especializada em C&T na Área Nuclear

Finalidade: Promover e incentivar a especialização adequada, em nível de pós-graduação, de pessoal técnico e científico, objetivando sua capacitação para atendimento às demandas nos setores que pesquisam, desenvolvem e aplicam energia nuclear no país.

Resultados

Considerando o novo Programa Nuclear Brasileiro (PNB) e as demandas por ele introduzidas, há a clara necessidade de se contratar profissionais com a formação, capacitação e treinamento adequados para atender às necessidades do Programa. Isto deve atender às necessidades da indústria nuclear, da área de regulamentação, licenciamento, controle e fiscalização da utilização da energia nuclear, bem como da área de pesquisa, desenvolvimento e inovação, premissas básicas para o seu sucesso.

Neste contexto, é fundamental o papel da CNEN nas áreas de interesse do PNB, através da implementação de um programa de concessão de bolsas de mestrado - BMT e doutorado - BDT, em escala nacional, direcionado a todas as instituições de pós-graduação com programas reconhecidos pela CAPES, além das bolsas, de pós-doutorado - BPD a serem executadas nas unidades da CNEN. Desta maneira, além de se estar formando e capacitando pessoas para a área nuclear, estar-se-ia também qualificando profissionais capazes de ocupar as vagas existentes tanto nos quadros da CNEN, quanto nas outras instituições da área nuclear.

Foi constituído o Conselho de Formação e Capacitação (Ensino), composto por representantes das unidades CDTN, CRCN/NE, IEN, IPEN, IRD, e das diretorias DPD, DRS e DGI, com as seguintes atribuições:

Sugerir à alta Direção da CNEN a quantidade anual de bolsas de estudo, conforme orçamento destinado para tal;

Conceder as Bolsas nas modalidades BMT, BDT e BPD;

Sugerir a alteração desta quantidade, a qualquer momento, por motivo justificado, desde que não interrompa a continuidade de qualquer bolsa já concedida;

Definir e divulgar o calendário anual para solicitação de bolsas nas modalidades BIC, BMT e BDT;

Receber e julgar as solicitações de bolsas BPD em fluxo contínuo;

Emitir parecer sobre a concessão de bolsas de estudo avançado - BEA, quando solicitado;

Providenciar e divulgar, junto às instituições interessadas, os requisitos para submissão de projetos com vistas à concessão dos diversos tipos de bolsas.

Em 2008, foi lançado o edital para concessão de bolsas de mestrado e doutorado, direcionado a alunos de mestrado ou doutorado selecionados por programas de pós-graduação no país, reconhecidos pela CAPES. As áreas de interesse consideradas para este Edital foram: Aplicações e efeitos das radiações ionizantes na saúde, meio ambiente, indústria, agricultura e alimentos; Reatores nucleares; Análise e avaliação de segurança de instalações nucleares e radiativas; Instrumentação nuclear e de controle; Materiais de interesse nuclear; Ciclo do combustível nuclear; Tecnologias nucleares inovadoras; Rejeitos radioativos; Radioproteção e segurança; Metrologia das radiações; Licenciamento de instalações nucleares e radiativas.

O Conselho de Ensino da CNEN, para análise, classificação e julgamento dos projetos submetidos, usou os seguintes parâmetros de avaliação: aderência do projeto às áreas de interesse da CNEN; relevância do projeto de pesquisa, avaliado por seus objetivos, justificativas, fundamentação, metodologia e viabilidade; competência e experiência em pesquisa e desenvolvimento do(s) orientador(es) na área do projeto apresentado, avaliados por seu currículo; potencial do candidato avaliado por seu currículo, histórico escolar e outros elementos relevantes.

Em 2008, o Conselho de Ensino da CNEN recebeu 129 projetos, sendo 39 de doutorado e 90 de mestrado. Foram desclassificados sete projetos, por falta de documentação ou por não aderência temática.

Considerando-se as bolsas concedidas a partir de 2006, o programa apresenta atualmente o panorama mostrado na tabela a seguir.

Tabela 14. Panorama das bolsas do Conselho de Ensino.

| Tipo de bolsa | Nº de bolsas concedidas desde 2006 | Número de bolsas em curso | Número de desistências | Número de defesas |
|---------------|------------------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------|
| Mestrado | 46 | 31 | 2 | 13 |
| Doutorado | 24 | 23 | 1 | 0 |

Tabela 15. Resultados globais do processo de concessão de bolsas em 2008.

| Indicadores | Resultados |
|---|-------------------|
| Número de instituições contempladas | 12 |
| Número de estados contemplados | 8 |
| Número de cidades contempladas | 9 |
| Número de bolsas de mestrado efetivadas | 19 |
| Número de bolsas de doutorado efetivadas | 9 |
| Número de dissertações defendidas | 13 |
| Recursos financeiros investidos em bolsas de mestrado (R\$) | 159.600,00 |
| Recursos financeiros investidos em bolsas de doutorado (R\$) | 106.200,00 |
| Recurso financeiro total investido em bolsas implementadas em 2008. | 265.800,00 |

No quadro a seguir, são destacadas as instituições, estados e cidades contemplados no ano de 2008.

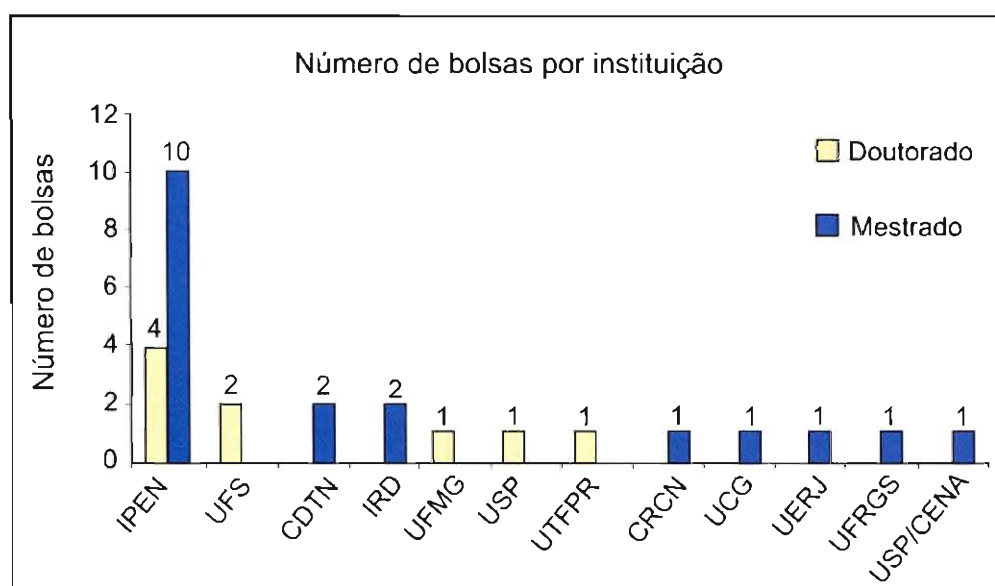
Tabela 16. Instituições, estados da federação e cidades contempladas.

| Instituições contempladas ⁽¹⁾ | Estados contemplados | Cidades contempladas |
|--|----------------------|----------------------|
| CDTN | | |
| CRCN | | |
| IPEN | Goiás | Aracaju |
| IRD | Minas Gerais | Belo Horizonte |
| UCG | Pernambuco | Curitiba |
| UERJ | Paraná | Goiânia |
| UFMG | Rio de Janeiro | Piracicaba |
| UFRGS | Rio Grande do Sul | Recife |
| UFS | Sergipe | Rio de Janeiro |
| USP | São Paulo | Porto Alegre |
| USP/CENA | | São Paulo |
| UTFPR | | |

Notação: ⁽¹⁾ CDTN – Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear
 CRCN – Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste
 IPEN – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
 IRD – Instituto de Radioproteção e Dosimetria
 UCG – Universidade Católica de Goiás
 UERJ – Universidade Estadual do Rio de Janeiro
 UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais
 UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
 UFS – Universidade Federal de Sergipe
 USP – Universidade de São Paulo
 USP/CENA – Centro de Energia Nuclear na Agricultura
 UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

A figura a seguir apresenta o número de bolsas distribuídas por instituição.

Figura 7. Número de bolsas destinadas a cada instituição, para as bolsas implementadas em 2008.



4.8. Desenvolvimento e Fornecimento de Produtos e Serviços Tecnológicos

Finalidade: Atender à demanda da sociedade por produtos e serviços tecnológicos nas áreas nuclear e correlatas, com ênfase para os segmentos da saúde, meio ambiente, agricultura e indústria, bem como ampliar a oferta desses produtos e serviços, diminuindo a necessidade de suas importações.

Resultados

Os produtos e serviços comercializados pela CNEN são de natureza tecnológica e visam atender a uma demanda do setor produtivo nacional que não é coberta por empresas privadas em função da especificidade técnica exigida.

A competência dos institutos da CNEN para realizar essas atividades decorre do seu parque laboratorial de pesquisa e da capacitação de seu corpo técnico altamente especializado.

Os produtos e serviços são comercializados de forma direta pelas unidades da CNEN, sob demanda, sendo que os preços praticados são definidos dentro de uma metodologia de apuração de custos, que engloba desde os insumos diretamente empregados, incluindo homem-hora, até a depreciação de equipamentos e instalações e, ainda, despesas indiretas de apoio operacional.

Tabela 17. Principais produtos /serviços tecnológicos fornecidos

| PRINCIPAIS PRODUTOS/SERVIÇOS TECNOLÓGICOS FORNECIDOS | |
|--|---|
| 1. Gerador de Tecnécio (^{99}Tc) | – 15.265 unidades comercializadas para localização de lesões cerebrais, estudos da tireóide, imagens de glândulas salivares e cintilografia gástrica. |
| 2. Iodeto de Sódio (^{131}I) | – 12.964 unidades comercializadas para estudo da função tireoidiana. |
| 3. Iodeto de Sódio (^{131}I) | – 5.597 unidades comercializadas para tratamento de distúrbios na função tireoidiana e do câncer da tireóide. |
| 4. Citrato de Gálio (^{67}Ga) | – 5.094 unidades comercializadas para localização de tumores em tecido mole e lesões inflamatórias. |
| 5. Fluorodeoxiglicose (^{18}F) | – 12.009 doses comercializadas para diagnósticos com aplicações nas funções cardíacas, de câncer de mama, linfoma e câncer de pulmão. |
| 6. Monitoração Pessoal – Filmes Dosimétricos | – 94.840 leituras de filmes para controle de doses nas áreas de saúde, indústria, pesquisa, educação e mineração. |
| 7. Rejeitos Radioativos | – 58 fontes recebidas para tratamento e armazenamento. |
| 8. Calibração de Instrumentos | – 5.722 Instrumentos calibrados para perfeita avaliação de dose de radiação no indivíduo e no ambiente. |
| 9. Análise por Ativação de Nêutrons | – 8 análises para determinação de urânio e tório em amostras minerais. |
| 10. Irradiação com fonte de Cobalto (^{60}Co) | – 3.946 irradiações por raios gama para esterilização, desinfestação e desenvolvimento de novas técnicas de tratamento de materiais. |
| 11. Amostras Químicas em Amostras Minerais | – 338 análises realizadas para indústrias, institutos de pesquisas e universidades. |



**Diretoria de
Radioproteção e Segurança Nuclear**

1. Apresentação

À Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear (DRS) compete a regulação, o licenciamento, o controle e a fiscalização de todas as atividades que envolvam radiações ionizantes no País, incluindo as instalações, os procedimentos, os equipamentos e o pessoal envolvido com essas atividades. Além da normalização, baseada na experiência nacional e internacional, são diversos os atos que, dependendo do nível de complexidade da instalação, podem envolver os seguintes passos: aprovação de local; licença de construção; autorização para a operação inicial; autorização para operação permanente; fiscalizações e auditorias periódicas e eventuais e licenciamento de operadores.

Em termos gerais, os beneficiários são a população e o meio ambiente, que têm garantida a sua segurança relativamente ao uso das radiações. De uma forma mais específica, os beneficiários desta ação são os usuários de instalações médicas, industriais e de pesquisa que utilizam as radiações ionizantes em suas atividades, além dos trabalhadores que lidam com estas radiações.

Nesse contexto, o licenciamento de instalações radiativas e nucleares e o controle de atividades com materiais nucleares e radioativos no Brasil é a principal ação da CNEN para cumprir sua missão de garantir o uso seguro e pacífico da energia nuclear.

Nessas atividades, verifica-se o cumprimento das condicionantes de licenciamento, das normas e regulamentos de segurança nuclear e de proteção radiológica e estimula-se a cultura de segurança por meio da promoção das recomendações internacionais e experiências operacionais.

O uso de qualquer material radioativo no país depende da autorização da CNEN, assim como a importação de fontes e equipamentos geradores de radiação ionizante. Além disso, a CNEN controla o comércio de minérios de interesse para a energia nuclear e dos minérios que contenham elementos nucleares associados, visando à manutenção das reservas estratégicas do País.

A CNEN regulamenta e controla, ainda, as atividades de gerência de rejeitos radioativos no País, incluindo seu tratamento e armazenamento, bem como o transporte de materiais radioativos.

Além das verificações realizadas nas diversas etapas do licenciamento, a qualificação técnica de muitos profissionais que atuam nas instalações radiativas e nucleares é certificada pela CNEN para garantir as necessárias ações locais de segurança nessas instalações. Exemplos de profissionais certificados são os supervisores de proteção radiológica e os operadores de radiografia industrial; bem como os operadores licenciados dos reatores nucleares de potência e de pesquisa.

A CNEN é responsável ainda pelo gerenciamento e execução das atividades referentes à contabilidade e ao controle dos materiais nucleares existentes no Brasil, à proteção física de instalações nucleares e radiativas e ao transporte de material nuclear, por meio de avaliação de segurança e fiscalização.

2. Recursos Humanos

A DRS possui atualmente em seu quadro técnico 249 servidores, distribuídos conforme perfis apresentados nas figuras a seguir.

Figura 1. Distribuição de servidores da DRS por escolaridade

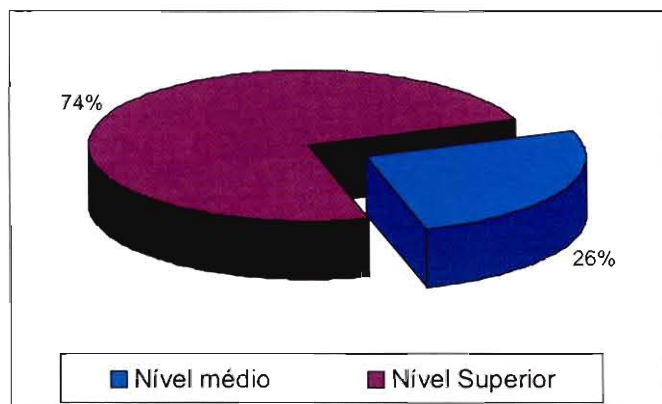


Figura 2. Distribuição de servidores da DRS de nível superior por titulação

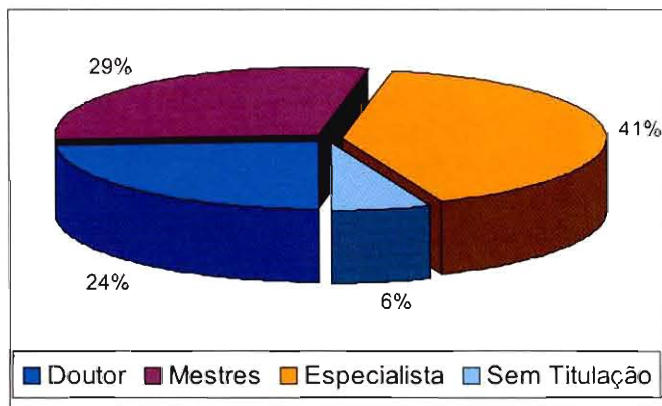
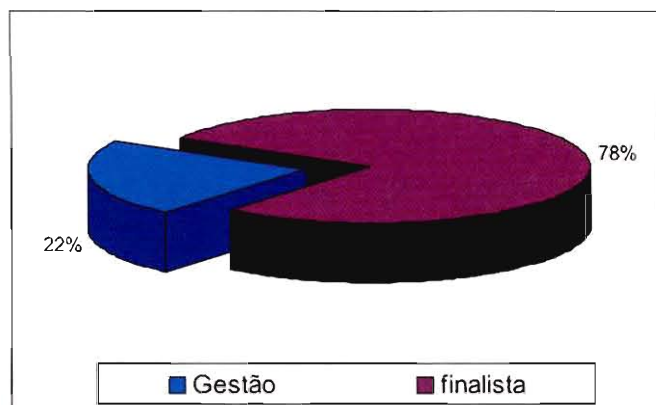


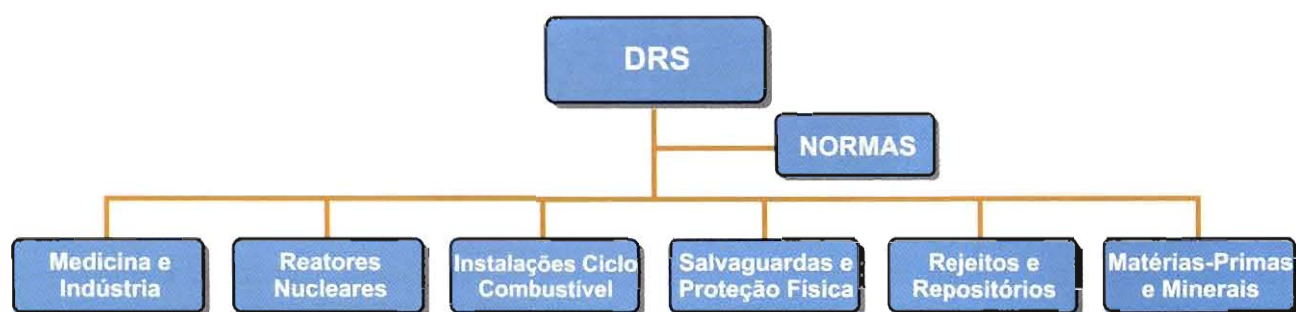
Figura 3. Distribuição de Servidores da DRS por Natureza das Atividades Desenvolvidas



3. Estrutura

As ações da CNEN em licenciamento e controle de instalações nucleares e radiativas, proteção radiológica e segurança nuclear abrangem todo o território nacional e são executadas pelas várias unidades subordinadas à DRS. Estão subdivididas em seis áreas de atuação, destacadas na figura 4.

Figura 4. Áreas de Atuação da DRS



A área de **Medicina e Indústria** está sob responsabilidade da Coordenação-Geral de Instalações Médicas e Industriais (CGMI), a quem compete coordenar e executar as atividades de fiscalização, de controle e de concessão de autorizações relativas às instalações radiativas, controlar e inventariar as fontes e equipamentos de radiação no país, coordenar e executar o programa de inspeções regulatórias em instalações radiativas e conduzir os processos de certificação da qualificação e registro de pessoal dessas instalações. A CGMI é composta pela Divisão de Aplicações Médicas e Pesquisa (DIAMP), Divisão de Aplicações Industriais (DIAPI) e do escritório da CNEN em Porto Alegre (ESPOA), criado para dar suporte a todas as atividades da DRS na região sul. A CGMI conta também com o apoio técnico do Escritório de Brasília (ESBRA). Os atos do licenciamento de instalações radiativas são: aprovação prévia, licença de construção, autorização para aquisição de material radioativo, autorização para operação e retirada de operação.

As atividades e projetos relacionados à área de **Reatores Nucleares** são executados pela Coordenação-Geral de Reatores Nucleares (CGRN), que coordena a execução das atividades de licenciamento e controle de reatores de potência, pesquisa e testes, verifica o cumprimento das normas de proteção radiológica e segurança nuclear e coordena as atividades de inspeção regulatória.



A CGRN também realiza o licenciamento de operadores de reatores de potência e de pesquisa e de testes, bem como os processos de certificação da qualificação de supervisores de proteção radiológica para as instalações nucleares.

Figura 5. CNAAA

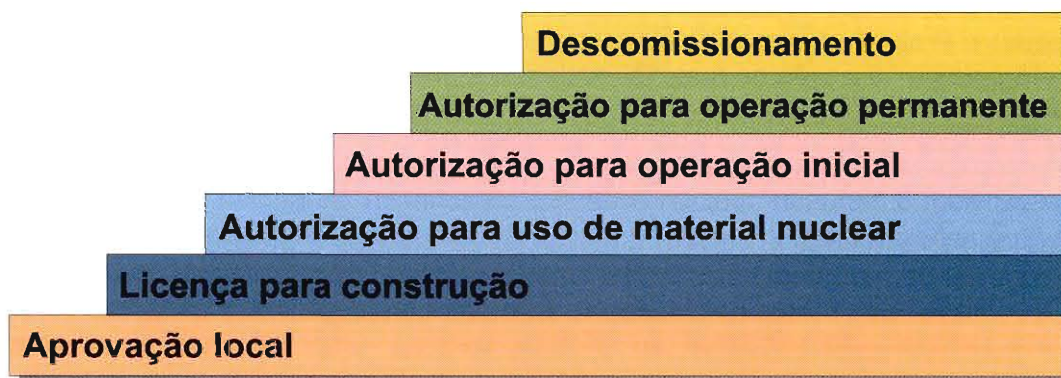
A Coordenação é composta pelo Serviço de Avaliação de Segurança (SEASE), Serviço de Ensaios e Materiais (SEEMA), Serviço de Segurança Radiológica (SESER) e a Divisão de Inspeção Residente (DIIRA), composta de quatro escritórios, três destes na Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA) e um na cidade de Angra dos Reis, no Rio de Janeiro. Todos estes serviços e a divisão têm como objetivo dar suporte às áreas técnicas de atuação da CGRN. Ressalta-se, também, que o Escritório em Angra do Reis (ESAR/DIIRA) tem entre as suas funções apoiar as equipes da CNEN durante a ativação do Plano de Emergência Setorial para Reatores de Potência (PESR-pot) e atuar como ligação entre as instituições municipais e a CNEN.

A CGRN recebe ainda suporte operacional de outros órgãos da CNEN nas atividades de licenciamento e fiscalização, complementares às já desenvolvidas, incluindo o apoio do Instituto de Radiodosimetria (IRD), nas áreas de radioproteção ambiental e ocupacional e em metrologia e dosimetria das radiações; e do Laboratório de Poços de Caldas (LAPOC), nas áreas de processos industriais, química analítica, radiometria e radioproteção ambiental e ocupacional.

Figura 6. Coleta Conjunta CNEN / Eletronuclear na área de radioproteção ambiental



Figura 7. Atos de licenciamento nuclear - CNEN-NE-1.04/2002



A área de **Instalações do Ciclo do Combustível Nuclear** está sob responsabilidade da Coordenação-Geral do Ciclo do Combustível Nuclear (CGCN), que coordena a execução dos processos de licenciamento de instalações do ciclo do combustível nuclear e propõe ações coercitivas relativas a essas instalações. A CGCN coordena ainda o processo de fiscalização do cumprimento das normas de proteção radiológica e segurança nuclear e fiscaliza a construção, operação e descomissionamento de instalações nucleares do ciclo do combustível.

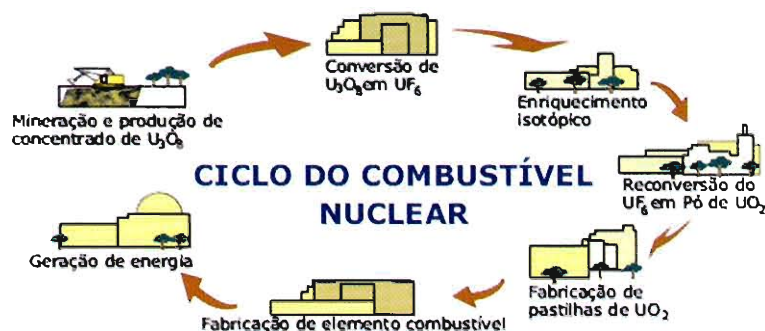
Adicionalmente, a Coordenação realiza estudos visando à proposição e atualização de regulamentos técnicos de segurança nuclear e radiológica e participa do processo de elaboração desses regulamentos, bem como dos processos de certificação de qualificação de supervisores de proteção radiológica para as áreas do ciclo do combustível nuclear.

Fazem parte da estrutura da CGCN três órgãos de apoio técnico regional, que também participam da realização de inspeções e elaboração de pareceres técnicos, que são os seguintes:

- Distrito de Fortaleza (DIFOR), nas áreas de geologia, hidrologia e processos de enriquecimento, além do acompanhamento da instalação de Santa Quitéria;
- Distrito de Caetité (DICAIE), na fiscalização da URA, como inspetoria residente e
- Escritório de Resende (EsRes), na fiscalização das instalações da FCN.

A Coordenação recebe ainda o apoio de outros órgãos da CNEN, com especial destaque para Laboratório de Poços de Caldas (LAPOC), na fiscalização e acompanhamento das atividades da UTM e de outras instalações licenciadas, bem como na realização de análises químicas e radio-métricas, em avaliações de processos operacionais. Em aspectos relativos à proteção radiológica, fiscalização e acompanhamento de Planos de Coleta Conjunta, a Coordenação recebe o apoio do Instituto de Radioproteção e Dosimetria.

Figura 8. Ciclo do Combustível Nuclear



As atividades da área de **Salvaguardas e Proteção Física** são de competência da Coordenação de Salvaguardas e Proteção Física (COSAP), que é responsável pelos aspectos de licenciamento e controle referentes à utilização de material nuclear e à proteção física de unidades operacionais da área nuclear. Também é responsável por verificar o cumprimento dos compromissos de salvaguardas assumidos pelo Brasil junto à Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) e à Agência Brasileiro-Argentina de Contabilidade e Controle de Materiais Nucleares (ABACC).

As atividades de salvaguardas envolvem a aplicação de critérios e procedimentos para a contabilidade e o controle de materiais nucleares, a verificação das informações de projeto das instalações e dos inventários dos materiais nucleares, através de inspeções realizadas às instalações nucleares, e a avaliação independente das informações declaradas pelos operadores das instalações.

As atividades de proteção física envolvem basicamente inspeções e auditorias de instalações nucleares / radiativas e unidades de transporte e a análise dos planos de proteção física destas instalações, e das operações de transporte de material nuclear em território nacional, de acordo com critérios estabelecidos em norma específica.

A COSAP também acompanha e registra eventos de tráfico ilícito de materiais nucleares e radioativos ocorridos em território nacional e atua como ponto de contato nesta área no âmbito do Mercosul e do ITDB (Illicit Trafficking Data Base) da AIEA.

A Coordenação de Rejeitos Radioativos (COREJ) conduz as atividades da área relacionada com a gerência de rejeitos, licenciamento de depósitos e o controle do transporte de materiais radioativos, sendo responsável pelos processos de avaliação de segurança da gerência de rejeitos das instalações nucleares, radiativas e minero-industriais, incluindo a fiscalização e o controle das atividades relacionadas à gerência dos rejeitos radioativos oriundos de instalações nucleares e radiativas e a avaliação da segurança no transporte de materiais nucleares e radioativos em todo o território nacional, bem como o licenciamento e a fiscalização de depósitos de rejeitos radioativos iniciais, intermediários, finais e provisórios.

No cumprimento dessas atribuições a COREJ desenvolve atualmente diversas atividades distintas que incluem a fiscalização e apoio ao licenciamento de instalações nucleares e radioativas no tocante à gerência de rejeitos, certificação de instalações da CNEN, regulação da segurança do transporte de materiais radioativos em escala nacional e projetos diversos de informação normatização e treinamento.

Figura 9. Depósito de rejeitos do CDTN e instalações de tratamento



A Coordenação de Matérias -Primas e Minerais (COMAP) é responsável pela área de **Matérias-Primas e Minerais**, exercendo o controle das atividades relacionadas ao comércio de concentrados de minérios nucleares, minérios de interesse nuclear, minerais e minérios com urânio e tório associados, seus concentrados, produtos e subprodutos, e coordenando as atividades relacionadas à segurança e proteção radiológica de instalações minero-industriais que processam, armazenam minérios, estéréis, resíduos e escórias, e rejeitos contendo radionuclídeos, além de controlar a movimentação de minérios e minerais nucleares e outros materiais de interesse para a indústria nuclear.

A COMAP coordena ainda o processo de fiscalização do cumprimento das normas de proteção radiológica, fiscaliza a operação e o descomissionamento de instalações minero-industriais.

É importante ressaltar que na realização de inspeções e elaboração de pareceres técnicos, a Coordenação conta com o apoio dos seguintes órgãos:

- Distrito de Fortaleza - DIFOR, nos campos da geologia, hidrologia e processos;
- Laboratório de Poços de Caldas - LAPOC, na realização de análises químicas e radiométricas e na participação no Projeto Radônio;
- Instituto de Radioproteção e Dosimetria IRD, em aspectos relativos à calibração de equipamentos, monitoração individual e treinamento na proteção radiológica;
- Instituto de Engenharia Nuclear - IEN, no fornecimento de equipamentos, medições de radônio e análises minerais;
- Escritório de Porto Alegre - ESPOA, no suporte ao Projeto Radônio na região Sul;
- Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear - CDTN, no suporte ao Projeto Radônio nas regiões Centro-Oeste e Leste.

Figura 10. Bacia de resíduos em instalação minero-industrial.



Adicionalmente, todos os órgãos citados, responsáveis pelas atividades e projetos desenvolvidos pela DRS, realizam estudos e acompanham a evolução de bases normativas em suas áreas de atuação, visando à proposição e atualização de regulamentos técnicos de proteção radiológica e segurança nuclear, participando ainda do processo de elaboração desses regulamentos, que é coordenado pela Divisão de Normas (DINOR). Prestam ainda suporte ao atendimento de emergências nucleares e radiológicas.

4. Principais Resultados

Medicina e Indústria

- Continuação do projeto de modernização do sistema regulador da CNEN, que inclui a otimização e manutenção de um banco de dados e portal contendo os dados referentes a todas as instalações radiativas existentes no país, como nome, endereço, nome do responsável, nome do supervisor de proteção radiológica, inventário de fontes radioativas e equipamentos geradores de radiação ionizante, data e validade da concessão da licença de operação. Neste sentido, avançou-se na implementação de um sistema de gestão eletrônica de documentos para controlar os processos de licenciamento das instalações radiativas.

- Adequação da estrutura do programa de inspeções em instalações radiativas, com a transferência de 16 servidores do IRD para a CGMI, passando essa coordenação-geral a executar todo o programa no país.

- Início do processo de licenciamento de seis ciclotrons privados para produção de radiofármacos de meia-vida igual ou menor que 2 horas.

Reatores Nucleares

- Fiscalização da operação da CNAAA-1 e da CNAAA-2;

- Planejamento do licenciamento e avaliação da Análise de Segurança relativa à troca dos Geradores de Vapor da CNAAA-1;

- Avaliação do Relatório Preliminar de Análise de Segurança (RPAS) da CNAAA-3, com vistas à concessão da Licença de Construção;

- Avaliação do Relatório Preliminar de Análise de Segurança (RPAS) do Reator de Testes LABGENE da Marinha do Brasil, com vistas a concessão da Licença de Construção;

- Atendimento às ativações do Plano de Emergência da CNAAA;

- Início das adaptações dos modelos do código ARGOS, para o sítio da CNAAA, para as situações de emergência previstas no Plano de Emergência Setorial para Reatores de Potência;

- Reavaliação da estrutura física da sala da Coordenação de Resposta a Acidentes Nucleares CORAN, para Reatores de Potência;

- Desenvolvimento junto com a CGTI do Sistema de Supervisão de Centrais Nucleares (SCN) para consolidação de informação e documentação na área de licenciamento de reatores;

- Elaboração do procedimento de inspeções para reatores de pesquisa com vistas à certificação dos mesmos;

- Participação na 4ª Jornada Pedagógica promovida pela Secretaria Municipal de Educação, Tecnologia e Inovação de Angra dos Reis;

- Participação na Semana de Ciência e Tecnologia realizada pela Secretaria Municipal de Educação, Tecnologia e Inovação de Angra dos Reis;

- Continuação do Programa de Informação Pública em Energia Nuclear junto à Secretaria de Defesa Civil de Paraty e junto ao Centro de Comando e Controle de Emergência Nuclear (CCCEN), em Angra dos Reis;

- Elaboração de proposta de um guia para órgãos reguladores, para atividades relacionadas com a Gestão de Envelhecimento, junto ao Foro Ibero-americano;

- Realização da 7ª Reunião Técnica CNEN / GRS, sobre tendências em segurança de reato-

res nucleares e a sua utilização no desenvolvimento de um modelo regulatório atualizado;

- Principais autorizações concedidas, após as devidas avaliações de segurança:
- Autorização para a troca do Gerador de Vapor da CNAAA-1,
- Autorização para a produção de dois elementos combustíveis para o reator IEA/R1 no Centro de Combustível Nuclear do IPEN e
- Renovação da Autorização para Operação Inicial da CNAAA-2.

Instalações do Ciclo do Combustível Nuclear

Principais autorizações concedidas, após as devidas avaliações de segurança:

- Autorização de testes para qualificação do processo de fabricação do projeto de elemento combustível 16 NGF, Fábrica de Combustíveis Nucleares (FCN) – Reconversão e Pastilhas e FCN – Componentes e Montagem;
- Autorização para operação inicial da Fábrica de Combustíveis Nucleares (FCN) – Enriquecimento;
- Autorização para utilização de material nuclear para a Fábrica de Combustível Nuclear – INB/FCN Enriquecimento e
- A prorrogação da Autorização para Operação Inicial (AOI) para a Unidade de Concentrado de Urânio (URA) da INB.



Figura 11. Atividade de troca dos Geradores de Vapor da CNAAA-1



Figura 12. Fábrica de Combustível Nuclear (FCN II)

Salvaguardas e Proteção Física

- Negociação e implementação do regime de inspeções aleatórias com notificação de curto prazo (SNRI) para a Fábrica de Combustível Nuclear (FCN) da INB, como parte do enfoque de salvaguardas aplicado pela AIEA e ABACC. Foi implementado, ainda, o canal de comunicação baseado em sistema de correio eletrônico seguro para envio das notificações requeridas por esse regime e treinamento de inspetores da CNEN e operadores na condução e acompanhamento das atividades realizadas durante tais inspeções;

- Início dos testes do sistema automatizado de contabilidade de materiais nucleares e aquisição de sistemas necessários à melhoria da rede interna de computadores, visando atender requisitos de segurança;

- Participação do Laboratório de Salvaguardas (LASAL) em programas de intercomparação laboratorial organizados pelo New Brunswick Laboratory (NBL EUA) e ABACC, de cuja rede analítica o LASAL é membro. Os resultados apresentados pelo LASAL foram considerados satisfatórios.

- Conclusão dos testes de campo do sistema de verificação das cascatas da planta comercial de enriquecimento de urânio da INB, conhecido como "Bird's-Eye View", desenvolvido em cooperação entre a CNEN e a INB para uso como ferramenta de verificação das cascatas durante inspeções não-anunciadas realizadas pela ABACC e AIEA, sem a revelação de informações consideradas sensíveis pelo operador. O sistema está em fase de avaliação pela AIEA e ABACC;

- Participação direta, em parceria com a Secretaria Nacional de Segurança Pública - SENASP, no planejamento, implementação e execução das ações da CNEN para garantir a segurança radiológica dos XV Jogos Pan-americanos e Parapan-americanos e do Campeonato Mundial de Judô, realizados no Rio de Janeiro, em julho, agosto e setembro de 2007, visando a prevenção, detecção e resposta a possíveis eventos de natureza nuclear e/ou radiológica;

- Elaboração, pelo Grupo de Proteção Física (GPF), em parceria com a Agência Brasileira de Inteligência (ABIN), para o MERCOSUL, de um curso para treinamento à distância em detecção, identificação e apreensão de materiais nucleares e outros materiais radioativos, para profissionais de segurança e controle em fronteiras, com vistas à prevenção, detecção e resposta a eventos de tráfico ilícito de materiais nucleares e outros materiais radioativos.

Gerência de Rejeitos e Depósitos

- Criação, no âmbito da Coordenação de Rejeitos Radioativos, da Seção de Avaliação de Segurança de Repositório (SECARE). A equipe da seção foi treinada e foram desenvolvidos códigos nacionais autóctones de avaliação de segurança, validados por peritos internacionais dentro de projetos aprovados com a AIEA.

- Elaboração de relatório com inventário completo de rejeitos do País, no contexto da retificação feita pelo Brasil na convenção de rejeitos e combustível irradiado;

- Aprovação de termo de referência entre a CNEN e IBAMA na área de transporte de material radioativo, resolvendo conflito entre as regulações desses órgãos;

- Avaliação dos Programas de Gerência de Rejeitos dos Institutos de Pesquisa da CNEN, no âmbito do processo de certificação dessas Unidades.

Matérias-Primas e Minerais

- Adequação da estrutura interna da COMAP no programa de inspeções em instalações minero-industriais;

- Adequação do programa de inspeções em instalações minero-industriais às normas específicas, através das análises das solicitações dos Relatório de Análise de Segurança - RAS e dos Relatórios de Análise de Segurança Simplificado - RASS;

- Elaboração de procedimentos em inspeções para a futura adequação do Programa de Certificação de Qualidade;
- Execução do Projeto Radônio, visando à radioproteção em instalações minero-industriais de subsuperfície;
- Elaboração de um Plano de Radioproteção interno na COMAP.

Normas

Atualização do escopo normativo em segurança nuclear e radiológica para acompanhar as demandas do Programa Nuclear Brasileiro, com especial destaque para os seguintes resultados:

- Publicação da Norma CNEN-NN-1.01 "Licenciamento de operadores de reatores nucleares" em 2007 e
- Elaboração de Instrução Normativa: IN-DRS-010 "Requisitos de Segurança para Depósitos Finais de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Nível de Radiação" em 2007.

Revisão dos procedimentos para elaboração de normas, visando agilização e maior participação da sociedade no processo. Do esforço empreendido em 2008, destacam-se as seguintes principais realizações:

- Revisão do procedimento P-DRS-004 Elaboração de Normas Nucleares;
- Instituição do Grupo Consultivo de Normas Nucleares e elaboração de um diagnóstico das necessidades de revisão ou elaboração de normas e
- Implantação da sistemática de consulta pública de normas. O primeiro projeto de norma submetido à consulta pela internet foi sobre Licenciamento de Instalações Radiativas (<http://www.cnen.gov.br/seguranca/normas/consulta-publica.asp>).

Figura 13. Normas da CNEN



Outros resultados

- Atualização dos equipamentos de informática dos vários órgãos subordinados à Diretoria;
- Elaboração de proposta de lei para regulamentação de fundo de descomissionamento.

5. Perspectivas

Medicina e Indústria

- Finalização da implementação do sistema de Gerência Eletrônica de Documentos com todos os formulários eletrônicos relativos ao licenciamento e controle de fontes radioativas disponíveis no site da CNEN, com encaminhamento via Web;
- Assinatura do Acordo Administrativo com "Canadian Nuclear Safety Commission" para o controle de importação e exportação de fontes radioativas;
- Harmonização de procedimentos para o controle de importação e exportação de fontes radioativas com a Autoridade Reguladora da Argentina;
- Revisão da norma de Certificação da Qualificação de Supervisores de Proteção Radiológica, NN-3.03;
- Revisão da norma de Funcionamento de Serviços de Radiografia Industrial, NN-6.04;
- Implementação do projeto de fortalecimento da infraestrutura das unidades de apoio às inspeções regionais da CNEN, que inclui a otimização da utilização de recursos humanos e financeiros para inspecionar determinadas categorias de instalações radiativas (baixo risco), utilizando as diferentes unidades da CNEN.

Reatores Nucleares

- Emissão de Licença Parcial de Construção para a CNAAA-3;
- Conclusão da revisão das Especificações Técnicas de CNAAA-1 e CNAAA-2;
- Conclusão da avaliação de segurança relativa à troca dos geradores de vapor da CNAAA-1 e fiscalização associada;
- Implementação do procedimento de inspeções para reatores de pesquisa com vistas ao processo de certificação dos mesmos;
- Realização de testes e implementação do Sistema de Supervisão de Centrais Nucleares-SCN da CGRN, incluindo a parte de emergências nucleares;
- Desenvolvimento de acordo de cooperação técnica internacional com a Argentina- COBEN, na área de Reatores de Potência, na área de inspeção residente, e outros;
- Incremento do acordo de cooperação técnica internacional com o GRS alemão, nas áreas de pequeno LOCA, Degradação por envelhecimento, etc;
- Desenvolvimento do projeto de monitoração dos parâmetros de segurança das usinas nucleares da CNAAA. Considerando as responsabilidades da CNEN em responder de maneira objetiva as situações de acidente radiológico com emissão de radioatividade para meio ambiente, oriundas das unidades 1 e 2 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, descritas no Plano de Emergência Setorial para Reatores de Potência PES Rpot, está sendo implantada pela CGRN uma sala com toda a infraestrutura necessária para atendimento a tais eventos. Esta infraestrutura, em fase final de implementação, procura seguir os padrões internacionais, devendo conter desde o aspecto de comunicação até o suporte de ferramentas computacionais (softwares de alta tecnologia), de maneira a viabilizar de forma mais objetiva possível uma tomada de decisão pela direção da CNEN, em caso da ocorrência de um eventual acidente nuclear;
- Implementação do Sistema Argos de respostas a Acidentes Nucleares, dos Reatores de Potência na CNAAA, com liberação de efluentes para atmosfera;
- Continuidade e finalização das adaptações dos modelos do código ARGOS, para o sítio da CNAAA, em situações de emergência previstas no Plano de Emergência Setorial para Reatores de Potência;
- Conclusão da estrutura física da sala da Coordenação de Resposta a Acidentes Nucleares

(CORAN) para Reatores de Potência;

- Finalização junto com a CGTI do Sistema de Supervisão de Centrais Nucleares (SCN) para consolidação de informação e documentação na área de licenciamento de reatores;
- Ampliação do alcance e fortalecimento do Programa de Informação Pública em Energia Nuclear junto aos órgãos municipais em Angra dos Reis e Paraty;
- Finalização da proposta de um guia para órgãos reguladores, para atividades relacionadas com a Gestão de Envelhecimento junto ao Foro Ibero-americano;
- Avaliação das atualizações do Relatório Preliminar de Análise de Segurança (PSAR), do Reator de Testes LABGENE da Marinha do Brasil, com vistas à concessão da Licença Parcial de Construção.

Instalações do Ciclo do Combustível Nuclear

- Celebração de convênios com os órgãos de meio ambiente dos Estados de São Paulo e Minas Gerais, à semelhança dos convênios de cooperação técnica já firmados com o IBAMA, com vistas à adequada condução dos processos de licenciamento ambiental de instalações nucleares;
- Desenvolvimento de acordo de cooperação técnica internacional com a Argentina- COBEN, relativo à área de instalações nucleares;
- Continuidade do suporte na elaboração dos atos administrativos a serem emitidos pela CNEN, novos requeridos ou proposição de renovações;
- Aumento do número de inspeções;
- Ampliação do quadro de pessoal necessário às avaliações técnicas e fiscalizações;
- Fortalecimento da infraestrutura das unidades regionais da CNEN, que prestam apoio às inspeções.

Salvaguardas e Proteção Física

- Implantação da primeira fase do sistema automatizado de contabilidade de materiais nucleares nas instalações nucleares brasileiras e treinamento dos operadores na sua utilização.

Gerência de Rejeitos e Depósitos

- Acordo com a AIEA para construção de uma célula quente em um dos institutos de pesquisa da CNEN para desmonte e tratamento de fontes neutrônicas e de alta atividade;
- Desenvolvimento de portal eletrônico sobre gerência de rejeitos na CNEN;
- Licenciamento formal de todos os depósitos de rejeitos radioativos existentes no país;
- Atualização do arcabouço normativo da área de gerência de rejeitos, licenciamento de depósitos e transporte de materiais radioativos.

Matérias-Primas e Minerais

- Revisão e adequação do programa de inspeções em instalações minero-industriais de lavra de superfície e subterrânea no país;
- Criação de um programa de certificação de qualificação de supervisores de proteção radiológica, voltado aos trabalhadores de instalações minero-industriais;
- Implementação de um Programa para difusão de conceitos básicos de radioproteção em áreas de garimpo e cooperativas de trabalhadores que lavram minerais com urânio e tório associados;
- Participação na elaboração de uma norma específica para o gás radônio em instalações minero-industriais de subsuperfície;

- Estabelecimento, junto aos órgãos governamentais (DNPM e CPRM), de programas de cooperação na atividade de Fiscalização Mineral com urânio e tório associados.

Normas

- Finalização da revisão das seguintes normas: CNEN-NN-3.03: "Certificação da Qualificação de Supervisores de Proteção Radiológica"; CNEN-NE-5.01: "Transporte de Materiais Radioativos"; CNEN-NN-6.04: "Funcionamento de Serviços de Radiografia Industrial"; CNEN-NE-6.05: "Gerência de Rejeitos Radioativos em Instalações Radiativas";

- Finalização do glossário de termos usados em segurança nuclear.

Perspectivas relacionadas a mais de uma área

- Publicação de projeto de lei sobre descomissionamento de instalações nucleares e radioativas e aprovação da norma de descomissionamento.

- Ampliação do escopo do projeto de modelagem e automação dos projetos de licenciamento e controle de instalações nucleares e radiativas, restrito anteriormente principalmente aos processos da Coordenação-Geral de Instalações Médicas e Industriais (CGMI).

6. Dificuldades

- O último Concurso Público, realizado em 2004, atendeu apenas parcialmente à demanda por recursos humanos para a área de regulação. Há ainda a necessidade de contratar mais profissionais para atender, com maior eficiência, à demanda de licenciamento, considerando o crescimento das atividades nucleares e radiativas no País;

- O decreto nº 5.554 de 04/10/2005 atenuou, porém não resolveu o problema referente ao valor das diárias as quais não atendem às despesas básicas de acomodação, alimentação e deslocamentos dos inspetores durante fiscalizações;

- As taxas de licenciamento, controle e fiscalização foram instituídas em 1998. Desde então, os valores não sofreram qualquer correção. Novas atividades de regulação estão em vigor e não são objeto de contribuição de taxas. Em 2008, as taxas recebidas somam cerca de R\$ 4.700.000,00. Estima-se que com a revisão da lei das taxas este valor poderá ser acrescido de 50%.

- Necessidade de implantação de uma política de treinamento e qualificação de inspetores.

- Baixa participação e representatividade institucional em eventos no exterior;

- Necessidade de adequação da estrutura organizacional da área de segurança a partir da formalização de um Regimento Interno que traduza as responsabilidades e atribuições de cada órgão da DRS e da CNEN.

- Inexistência de mecanismo legal para a aplicação de penalidade ao inadimplemento de licenças e autorizações expedidas.

7. Indicadores Técnicos

A seguir são apresentados alguns indicadores relacionados às atividades desenvolvidas pelas unidades da DRS.

Tabela 1 – Número de instalações sob controle da CNEN

| Itens | Número de instalações | | | | |
|---|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| Instalações radiativas | 3.383 | 3.495 | 3.612 | 3.700 | 3.850 |
| Reatores nucleares e unidades sob controle da Coordenação de Reatores | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Instalações nucleares do ciclo do combustível | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |

Tabela 2 – Inspeções realizadas

| TIPO DE INSTALAÇÃO | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|--|------|------|------|------|------|
| Instalações radiativas | 408 | 420 | 327 | 224 | 483 |
| Reatores (CNAAA I, II,III, reatores de pesquisa) | 31 | 42 | 37 | 27 | 38 |
| Instalações do ciclo do combustível – Indústria | 49 | 25 | 64 | 64 | 31 |
| Instalações do ciclo do combustível - Mineração | | | | | 26 |
| Instalações minero-industriais | 13 | 9 | 7 | 15 | 8 |
| Salvaguardas e proteção física | 60 | 79 | 72 | 64 | 62 |
| Amostragens em lotes de minérios destinados à exportação | 79 | 96 | 88 | 39 | 42 |
| Gerência de rejeitos radioativos – Instalações Nucleares | 19 | 24 | 36 | 3 | 6 |
| Gerência de rejeitos radioativos – Medicina Nuclear | | | | 11 | 23 |
| Total | 659 | 695 | 631 | 447 | 719 |

Tabela 3 – Pareceres técnicos

| TIPO DE RELATÓRIO / PARECER | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|--|------|------|------|------|------|
| Pareceres técnicos sobre reatores nucleares | 62 | 54 | 76 | 69 | 91 |
| Pareceres técnicos sobre instalações nucleares do ciclo do combustível - Indústria | 11 | 8 | 7 | 12 | 31 |
| Pareceres técnicos sobre instalações nucleares do ciclo do combustível - Mineração | 2 | 5 | 1 | 6 | 17 |
| Planos de gerência de rejeitos radioativos para instalações radiativas analisados | 92 | 224 | 237 | 140 | 142 |
| Planos de transporte analisados | 13 | 21 | 35 | 8 | 4 |

Tabela 4 – Autorizações concedidas

| TIPO | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Para utilização de fontes de radiação | 544 | 572 | 701 | 701 | 1.162 |
| Autorizações concedidas na área de controle do comércio mineral | 1.108 | 1.270 | 1.279 | 1.235 | 1.374 |
| Transporte de materiais radioativos (COREJ) | 50 | 32 | 19 | 17 | 6 |
| Certificado de Aprovação Especial de transporte de material radioativo (COREJ) | 6 | 5 | 11 | 16 | 6 |

Tabela 5 – Licenciamento de operadores e certificação de supervisores de proteção radiológica

| TIPO | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Número total de operadores de reatores licenciados | 124 | 129 | 84 | 114 | 114 |
| Novas licenças de operadores de reatores concedidas | 11 | 11 | 14 | 6 | 13 |
| Supervisores de proteção radiológica em instalações radiativas (inclusive registro de pessoa física) | 5.158 | 6.759 | 7.035 | 5.528 | 6.045 |
| Supervisores de proteção radiológica em reatores e ciclo do combustível | 24 | 22 | 24 | 2 | 12 |
| Certificação de supervisores de proteção radiológica (instalações radiativas) | 5.158 | 5.314 | 7.163 | 1.251 | 2.438 |
| Certificação de supervisores de proteção radiológica (reatores nucleares) | 10 | 8 | 10 | 9 | 12 |
| Certificação de supervisores de proteção radiológica (instalações nucleares do ciclo do combustível) | 14 | 14 | 20 | 13 | 14 |

Tabela 6 – Controle de matérias primas e minerais

| COORDENAÇÃO / DIVISÃO | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|---|------|------|------|------|------|
| Medição de Radônio em Minas subterrâneas | 9 | 11 | 8 | 10 | 4 |
| Análise química de minérios destinados a exportação | 354 | 205 | 181 | 163 | 232 |

Tabela 7 – Controle de materiais nucleares e proteção física

| TIPO | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|---|-------------|-------------|-------------|------|------|
| Instalações controladas | 39 | 39 | 40 | 33 | 33 |
| Relatórios de contabilidade de material nuclear emitidos | 225 | 259 | 250 | 183 | 182 |
| Inspeções de salvaguardas internacionais | 38 | 59 | 48 | 57 | 50 |
| Inspeções de salvaguardas nacionais | 17 | 11 | 8 | 2 | 5 |
| Inspeções de proteção física | 4 | 7 | 7 | 5 | 7 |
| Relatórios e pareceres técnicos de proteção física | 7 | 13 | 15 | 18 | 20 |
| Análises destrutivas de amostras de material nuclear (amostras) | 8 | 11 | 11 | 9 | 21 |
| Análises não destrutivas de amostras ou itens de material nuclear (amostras) | | | | 15 | 40 |
| Análises destrutivas de amostras de material nuclear (determinações) | 80 | 112 | 108 | 274 | 287 |
| Análises não destrutivas de amostras ou itens de material nuclear (determinações) | | | | 243 | 465 |
| Participação em eventos de capacitação no Brasil e no exterior (nº part / homens-dia) | 273 | 462 | 126 | 168 | 149 |
| Participação e representação em reuniões e eventos no Brasil e no exterior (nº part / homens-dia) | | | | 63 | 52 |
| Inspetores de salvaguardas treinados pela COSAP | Não apurado | Não apurado | Não apurado | 10 | 30 |



**Diretoria de
Gestão Institucional**

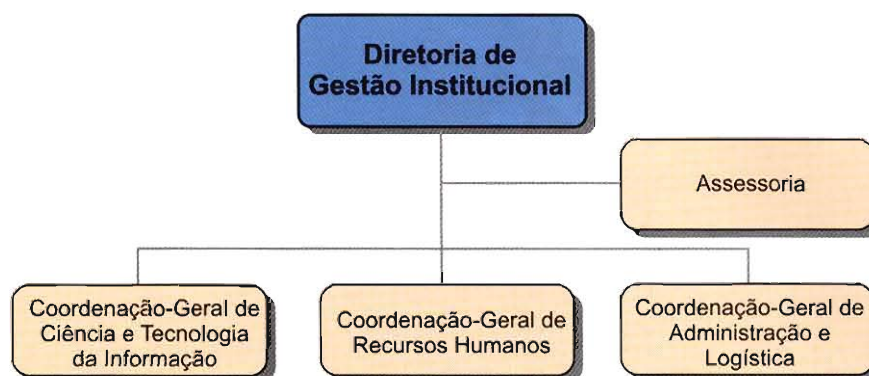
1. Apresentação

À Diretoria de Gestão Institucional (DGI) compete planejar, coordenar e supervisionar as atividades relativas às áreas de organização e modernização administrativa; de inovação de processos de administração; de gestão de pessoas; de tecnologia da informação; de documentação e informação técnica, científica e administrativa; de execução orçamentária e de administração financeira e contábil; além de assegurar a infraestrutura necessária às atividades de segurança nuclear e de pesquisa e desenvolvimento da CNEN - (Decreto nº 5.667/06). Compete ainda à DGI administrar a Unidade Central da CNEN (Sede).

1.1. Estrutura

A estrutura da Diretoria de Gestão Institucional (DGI) é composta de três Coordenações-Gerais: Administração e Logística, Tecnologia da Informação, e Recursos Humanos, além de uma Assessoria.

Figura I. Estrutura da DGI



1.2. Pessoal

A Tabela I demonstra o efetivo de servidores lotados na DGI nos anos de 2007 e 2008. Além do quantitativo de servidores indicados, a DGI contou com quatro funcionários das Indústrias Nucleares do Brasil (INB) e um funcionário da Nuclebrás Equipamentos Pesados (NUCLEP) cedidos para a CNEN.

Tabela I. Quantitativo de servidores da DGI.

| CARGOS | 2007 | 2008 |
|--------------|------------|------------|
| Pesquisador | 3 | 3 |
| Tecnologista | 35 | 35 |
| Analista | 54 | 53 |
| Técnico | 5 | 5 |
| Assistente | 74 | 74 |
| TOTAL | 171 | 170 |

2. Áreas de Atuação

A Diretoria de Gestão Institucional (DGI) possui três grandes áreas de coordenação de ações corporativas na área de Gestão, representadas na estrutura da Figura I por três Coordenações-Gerais: (i) Administração e Logística; (ii) Ciência e Tecnologia da Informação e; (iii) Recursos Humanos. A execução das atividades técnico-administrativas no âmbito da Sede, dos Distritos e dos Escritórios que não têm autonomia administrativa é realizada pela Coordenação-Geral de Administração e Logística.

2.1. Administração e Logística

À Coordenação-Geral de Administração e Logística (CGAL) compete a execução das atividades técnico-administrativas no âmbito da Sede, dos Distritos e dos Escritórios que não têm autonomia administrativa, além de formular e acompanhar a implantação de políticas e diretrizes corporativas relativas às áreas de administração e logística; propor e estabelecer normas gerais e específicas de operacionalização e de avaliação, bem como dos procedimentos que constituem as rotinas e sistemas no âmbito de sua competência, aplicadas às Unidades Administrativas da CNEN; promover a difusão de práticas e procedimentos, visando a melhoria do desempenho organizacional; analisar, compatibilizar, consolidar e verificar as informações das Unidades, bem como o cumprimento das orientações dos órgãos de controle interno e externo; e preparar documentos e registros e divulgação de resultados contábeis e financeiros, sob a forma de relatórios, pareceres, demonstrativos, balanços, balancetes e outros informes.

2.2. Ciência e Tecnologia da Informação

À Coordenação-Geral de Ciência e Tecnologia da Informação (CGTI) compete formular e acompanhar a implantação de políticas e diretrizes corporativas relativas às áreas de ciência e tecnologia da informação; formular e propor a política de gestão da informação e do conhecimento e estabelecer diretrizes, normas e procedimentos que orientem e disciplinem a utilização dos recursos relacionados à tecnologia da informação; formular, coordenar, apoiar e acompanhar a aplicação e o gerenciamento da política de segurança da informação digital; apoiar e acompanhar a implantação de serviços, sistemas de informação, de assistência técnica e de investimentos em infraestrutura de tecnologia da informação; coordenar e viabilizar a implementação de serviços de informação e documentação técnico-científicas; prestar suporte ao intercâmbio de informações técnico-científicas no âmbito nacional e internacional; e coordenar e orientar o armazenamento e organização das informações técnico-científicas.

2.3. Recursos Humanos

À Coordenação-Geral de Recursos Humano (CGRH) compete propor, elaborar e implantar políticas e diretrizes normativas e procedimentais relacionadas à gestão de pessoas, e à aplicação e cumprimento uniformes da legislação de administração de recursos humanos; planejar, coordenar, supervisionar e orientar a execução das atividades relativas à administração e desenvolvimento de recursos humanos, saúde ocupacional, assistência à saúde suplementar do servidor e à elaboração da proposta orçamentária e execução das dotações de recursos humanos; elaborar e desenvolver estudos e projetos afetos às suas competências, alinhados aos subsistemas organizacionais e objetivos estratégicos institucionais; cumprir normas, procedimentos e orientações emanadas

do Órgão Normatizador do Sistema de Pessoal Civil da União; manter à disposição dos servidores ativos, aposentados e pensionistas meio de comunicação que permita a recepção e resposta a dúvidas, reclamações, denúncias e outras manifestações; representar a Comissão Nacional de Energia Nuclear em foros e assuntos inerentes à gestão de recursos humanos.

3. Resultados

Planejamento, organização, padronização de conceitos e procedimentos, autonomia, transparência, legalidade, eficiência, eficácia e economicidade, foram temas que ocuparam permanentemente a agenda da Diretoria de Gestão Institucional DGI durante o biênio 2007-2008.

A dedicação dos servidores lotados nas três Coordenações-Gerais que integram a DGI, levaram a significativos avanços nas áreas de gestão de pessoas, patrimônio, automação de processos administrativos, planejamento e programação orçamentária.

Os esforços das equipes propiciaram a redução das diferenças entre os processos e métodos administrativos adotados pelas diferentes Unidades, sem prejudicar a necessária autonomia que cada uma deve ter para uma boa gestão, como é característica de institutos e centros de pesquisa.

Os resultados obtidos no período compreendido no biênio 2007 - 2008 estão apresentados a seguir, sob os seguintes aspectos: (a) realizações, (b) formação e treinamento; (c) pontos fortes; e (d) dificuldades encontradas.

3.1 Modernização da Gestão

Na Sede, as áreas de licitações, compras, contratos, orçamento, financeira, contabilidade, patrimônio, gestão de pessoal e tecnologia da informação, atenderam as mais variadas demandas provenientes de todas as Unidades Administrativas que integram a estrutura da CNEN, com destaque para aquelas com origem no Centro de Ciências Nucleares do Nordeste CRCN-NE, cujo crescimento e consequente necessidade de recursos administrativos demandou especial atenção. Buscando a eficiência na aplicação das dotações orçamentárias, a fim subsidiar ações que contribuam de forma efetiva para o atendimento do princípio da economicidade, a Assessoria da DGI elaborou um amplo levantamento e análise das despesas administrativas executadas com recursos das Ações PPA da DGI no quinquênio 2003-2007, diagnosticando a plena aplicabilidade do princípio de Pareto (princípio 20 80) destacando-se como mais relevantes os seguintes itens de despesa:

Diretoria de Gestão Institucional - DADOS PARETO - Valores Gastos de 2003 a 2007

| Item | Valor | Valor acumulado | % em relação ao total | % acumulado |
|---|-------|-----------------|-----------------------|-------------|
| Vigilância Ostensiva | 19,23 | 19,23 | 15,91 | 15,91 |
| Limpeza e Conservação | 16,33 | 35,55 | 13,51 | 29,43 |
| Serviços de Energia Elétrica | 16,08 | 51,63 | 13,31 | 42,73 |
| Serviços de Telecomunicações | 9,09 | 60,72 | 7,53 | 50,26 |
| Manutenção e Conservação de Bens Imóveis | 7,93 | 68,66 | 6,57 | 56,83 |
| Serviço de Apoio Adm., Técnico e Operacional | 4,01 | 72,67 | 3,32 | 60,15 |
| Passagens para o País | 3,16 | 75,83 | 2,62 | 62,76 |
| Apoio Administrativo Técnico e Operacional | 2,85 | 78,68 | 2,36 | 65,12 |
| Contribuição para o PIS/PASEP | 2,66 | 81,34 | 2,20 | 67,33 |
| Manutenção e Conservação de Equip. Máq. e Aparelhos | 2,65 | 83,99 | 2,19 | 69,52 |
| Serviços de Comunicação em Geral | 2,35 | 86,34 | 1,94 | 71,46 |
| Serviços Técnico-profissionais | 2,05 | 88,39 | 1,70 | 73,16 |
| Serviços de Água e Esgoto | 1,89 | 90,28 | 1,57 | 74,73 |
| Serviços de Cópias e Reprodução de Documentos | 1,78 | 92,07 | 1,48 | 76,20 |
| Assinatura de Periódicos e Anuidades | 1,72 | 93,79 | 1,42 | 77,63 |
| Manutenção Cons. Equip. de Processamento de Dados | 1,71 | 95,49 | 1,41 | 79,04 |
| Material de Processamento de Dados | 1,56 | 97,05 | 1,29 | 80,33 |

Este cenário, divulgado a todas as Unidades Gestoras, permitiu, que desde 2008, o foco dos esforços gerencias para redução de despesas administrativas fosse direcionado para itens efetivamente relevantes, no que se refere à grandeza dos valores em relação ao todo.

A revisão, redução e padronização de elementos e conceitos da estrutura de programação orçamentária, iniciada em 2007 e consolidada em 2008, foi um dos pontos que muito contribuiu para integração das Unidades, principalmente pela facilidade de visualização dos elementos integrantes do Plano de Trabalho, o que vai ao encontro da desejada transparência das ações da Diretoria.

Na área de Administração e Logística destaca-se a elaboração do projeto básico do Sistema Integrado de Compras, Patrimônio, Almoxarifado e Contratos (SICPAC), pela Coordenação-Geral de Administração e Logística, cujo objetivo é o desenvolvimento de um sistema de informação que possibilite, em nível institucional, a integração e gestão de toda a cadeia de suprimentos e contratações de serviços.

Com o objetivo de consolidar a gestão institucional foi iniciada em 2008 a implantação do SIGERE, Sistema de Informações Gerenciais nas diversas Unidades da CNEN.

Desenvolvido internamente pelo Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear, o SIGERE atualmente contempla três processos fundamentais para gestão administrativa: planejamento;

programação/execução orçamentária e financeira; e compras. Os demais módulos de gestão de logística, previstos no projeto SICPAC, serão incorporados ao SIGERE no decorrer do biênio 2009-2010.

Na área de Tecnologia da Informação, visando a atualização das tecnologias de rede e a redução da obsolescência dos equipamentos, foram feitos investimentos significativos em micro-computadores, servidores de rede e de banco de dados, switches e roteadores, em todas as unidades da CNEN. Com a atualização do parque computacional espera-se diminuir de forma significativa o custo dos contratos de manutenção em informática.

Manter um alto padrão de disponibilidade dos serviços de rede foi uma meta traçada no período. Para isso, foram feitos investimentos para aquisição de solução baseada na arquitetura *storage* para atender todas as unidades da CNEN.

Iniciou-se a utilização da tecnologia de rede sem fio em áreas como auditórios, bibliotecas, salas de aula e reunião, etc, visando à avaliação de sua futura expansão.

Na área de Recursos Humanos merecem destaque as ações empreendidas na Atenção à Saúde do Servidor tais como, a retomada dos exames médicos periódicos, anual e semestral, inclusive com a introdução da avaliação clínica odontológica, o estabelecimento de parcerias com instituições públicas visando à realização de avaliações clínicas, sem ônus para a CNEN, a gestão dos trabalhos de adequação da regulamentação geral do PLAM-CNEN à legislação vigente, a melhoria da rede credenciada e do sistema de reembolso do PLAM-CNEN/RJ, bem como a recondução do Serviço de Gestão da Assistência à Saúde do IEN para a Sede e a instituição de palestras voltadas à promoção da saúde do servidor.

No que tange ao Desenvolvimento de Pessoas podemos destacar a adequação do SGD à legislação vigente, o desenvolvimento do Plano Anual de Capacitação da CNEN e o restabelecimento de parcerias para capacitação de servidores dentro da Rede de Escolas de Governo, sem ônus para a CNEN.

Relativamente à Gestão das Informações Funcionais, o terceiro grande eixo da CGRH, destaca-se a implementação institucional da contagem de tempo de serviço exercido em condições especiais, a implementação da Política de Uso do Sistema de Gestão de Processos Disciplinares (CGU-PAD), o recadastramento dos Abonos de Permanência concedidos, a implementação institucional da MP nº 441/08, a criação do Banco de Dados de Ações Judiciais, a reestruturação organizacional e a organização do acervo documental da Divisão Institucional de Administração de Recursos Humanos.

3.1.1. Realizações

- Otimização da gestão dos recursos orçamentários e materiais;
- Revisão e adequação de contratos administrativos a novo marco legal;
- Revisão de procedimentos de gestão administrativa e logística;
- Recuperação de instalações físicas;
- Modernização da frota de veículos;
- Implantação do Sistema de Controle de Diárias e Passagens (SCDP), na Sede, IPEN, IEN, IRD, CDTN e LAPOC;
- Regularização fiscal da CNEN para emissão da Certidão Negativa de Débitos (CND);

- Implantação da nova Intranet da Sede;
- Modernização dos equipamentos computacionais das bibliotecas técnico-científicas da CNEN;
- Melhoria e ampliação do serviço de videoconferência;
- Modernização do cabeamento da rede de dados da sala de servidores da Sede;
- Ampliação da capacidade da Rede Corporativa que interliga todas as Unidades da CNEN;
- Implantação do serviço VOIP4ALL que interliga a CNEN a todas as unidades do MCT;
- Implantação de solução de rede sem fio em algumas áreas da CNEN;
- Migração do Serviço de Gestão da Assistência à Saúde do IEN para a Sede;
- Adequação do Regulamento Geral do PLAM-CNEN/RJ à Portaria Normativa SRH/MP nº 1, de 27/12/2007;
- Emissão de nova carteira de identificação de beneficiários do PLAM-CNEN/RJ;
- Melhoria da rede credenciada, do sistema de reembolsos e do demonstrativo financeiro-contábil do PLAM-CNEN/RJ;
- Recadastramento dos beneficiários do PLAM-CNEN/RJ;
- Restabelecimento do Exame Periódico anual e semestral, inclusive com avaliação clínica odontológica;
- Adequação do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional da CNEN (PCMCO), à Orientação Normativa SRH/MP nº 1, de 03.07.2008;
- Reformulação do Atestado de Saúde Ocupacional (ASO);
- Instituição de campanhas e palestras voltadas à promoção da saúde e melhoria da qualidade de vida dos servidores;
- Instituição de evento em homenagem ao Dia do Servidor Aposentado;
- Adequação do Sistema Gestor de Desempenho à legislação vigente;
- Desenvolvimento e execução do Plano Anual de Capacitação da CNEN PACC/2007;
- Descentralização dos recursos da ação de capacitação dos servidores para as Unidades Gestoras;
- Restabelecimento da parceria com a FESP/ENAP;
- Elaboração e desenvolvimento de projeto para atendimento ao disposto no art. 12 do decreto nº 5.707, de 23.02.2006;
- Desenvolvimento de projeto de capacitação de servidores na área de concessão de aposentadorias e pensões;
- Implantação da folha de pagamento de estagiários no Sistema Integrado de Administração de Recursos Humanos (SIAPE);
- Elaboração e desenvolvimento de programa de treinamento de integração e ambientação de estagiários;
- Estabelecimento institucional de procedimentos e implementação da contagem de tempo de serviço exercido em condições especiais;
- Elaboração e implementação da Política de Uso do Sistema (CGUPAD);
- Recadastramento dos Abonos de Permanência concedidos;
- Implementação dos efeitos da MP nº 441/2008, em âmbito institucional;
- Criação do Banco de Dados de Ações Judiciais;
- Avaliação do Módulo de Adicionais e Gratificações, migração de dados e notícia ao SRH/MP, alertando sobre a necessidade de reformulações;
- Reestruturação organizacional da Divisão Institucional de Administração de Recursos Humanos;
- Organização do acervo documental da Divisão Institucional de Administração de Recursos Humanos.

3.1.2 Projetos em Andamento

- Regularização do Prédio General Severiano nº 82;
- Projeto de revisão dos procedimentos de aquisição de bens e contratação de serviços;
- Projeto de regulamentação do uso de transportes oficiais;
- Projeto de normatização da área de suprimentos e contratos;
- Projeto de implantação das oficinas permanente de gestão de contratos;
- Projeto de acompanhamento do SCDP;
- Projeto de acompanhamento de regularidade contábil / SIAFI;
- Projeto de acompanhamento de regularidade fiscal;
- Projeto de pagamento de rede credenciada do PLAM-CNEN;
- Projeto de demonstração financeira do PASEP e PLAM-CNEN;
- Projeto de implantação da Solução Única para Gestão dos Planos de Saúde da CNEN/RJ, CNEN/SP e CNEN/BH;
- Projeto de implantação do SIGERE - Sistema de Informações Gerenciais para a Sede, IEN, IRD, LAPOC, CRCN-CO e CRCN-NE.

3.1.3 Projetos Futuros

- Projeto de controle de guias de recolhimento do fundo de garantia por tempo de serviço e Informações à Previdência Social - GFIP;
- Projeto de implantação do SCDP no LAPOC/CDTN/CRCN-CO e CRCN-NE;
- Projeto de implantação das viagens internacionais no SCDP;
- Projeto de normas para gestão de convênios;
- Projeto de normas para gestão do SCDP;
- Projeto de levantamento de requisitos para módulo de contratos do SIGERE;
- Projeto de implantação do SCDP no CRCN-CO e CRCN-NE;
- Projeto de acompanhamento do CRCN-NE em seu início como unidade gestora;
- Projeto de implantação dos módulos de almoxarifado, patrimônio e contratos no SIGERE.

3.2 Suporte à Área Finalística Negócios de TI / Escritório de Projetos

Em alinhamento aos objetivos estratégicos da CNEN, as áreas de Tecnologia da Informação priorizaram o desenvolvimento de soluções para garantir a produção de radiofármacos e para melhoria dos processos de licenciamento de instalações radiativas e de certificação de pessoas físicas.

Para o próximo ano, pretende-se atuar nas áreas de instalações e materiais nucleares.

3.2.1. Realizações

- Implantação de sistema de radiofarmácia para o IPEN;
- Implantação do sistema de certificação de supervisores, profissionais responsáveis por instalações abertas e operadores de Raios X;
- Implantação da solução GED/Workflow para o processo de fiscalização e controle das instalações radiativas na Diretoria de Radioproteção e Segurança;
- Implantação do Sistema de Consulta Pública de Normas;
- Hospedagem do sítio do Foro Ibero-Americano;
- Implantação de sistema para controle de amostras, cálculos de incerteza e emissão de certificados;

- Implantação de software de Espectrometria Gama para Análise por Ativação com Nêutrons;
- Implantação do Sistema de Informações Georeferenciadas da Radioatividade Natural no Brasil.

3.2.2. Projetos em Andamento

- Sistema de Controle de Material Nuclear;
- Sistema de Supervisão de Centrais Nucleares;
- Sistema de Gerência de Doses Ocupacionais Externas;
- Sistema de Atendimento à Emergência Nuclear;
- Sistema de Controle de Qualidade em Mamografia Atalanta.

3.2.3. Projetos Futuros

- Projeto GED/Workflow - implantação da tecnologia de gerenciamento eletrônico de documentos e controle de fluxo de trabalho para os demais processos da Diretoria de Radioproteção e Segurança;
- Projeto Repositório de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Nível de Radiação;
- Projeto Fluxo Analítico de implantação de sistema para controle de amostras para serviços de análise (química, radioquímica, mineral, etc.) e processos de cobrança e andamento do serviço prestado pelo CDTN;
- Projeto Rejeitos Radioativos para o controle de rejeitos radioativos sob a gerência do IPEN;
- Projeto Radiofármacos para apoio à produção de radiofármacos no IEN e CRCN-NE;
- Projeto Monitoração de Aparelhos de Raios X do CRCN-NE.

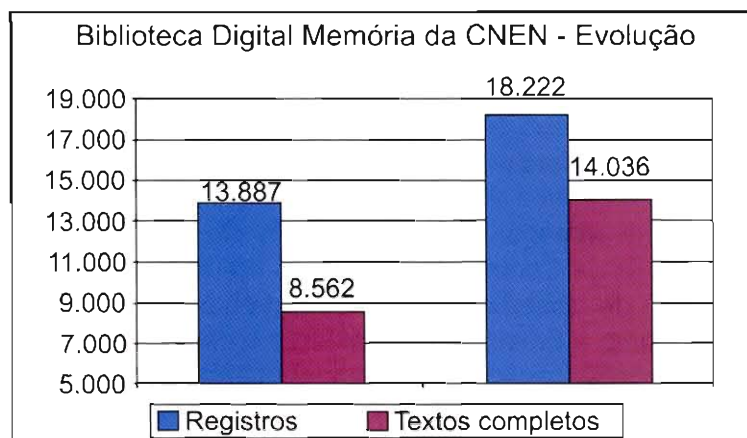
3.3. Serviços de Informação Técnico-Científica

Um marco importante para a área de informação da CNEN foi a instituição do Comitê Gestor da Rede de Bibliotecas visando otimizar os custos e garantir maior visibilidade dos acervos técnico-científicos para a comunidade nuclear. A Rede de Bibliotecas da CNEN foi incorporada à International Nuclear Library Network da IAEA.

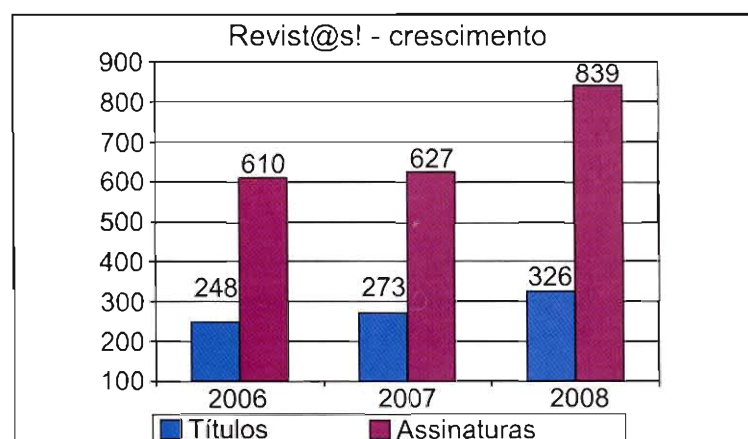
Desde a criação do INIS, sistema cooperativo coordenado pela IAEA, com a missão de criar um repositório do conhecimento nuclear para a atual e para as futuras gerações, o Brasil esteve entre os participantes mais ativos, alcançando em 2007 o 5º lugar entre os 120 países membros.

3.3.1. Realizações

- Implantação da nova versão do Portal do Conhecimento Nuclear;
- Implantação do Sistema de Gerenciamento dos Acervos das Bibliotecas Técnico - Científicas;
- Implantação da Rede de Bibliotecas da CNEN;
- Adesão da Rede de Bibliotecas da CNEN à International Nuclear Library Network (INLN) da International Atomic Energy Agency (IAEA);
- Implantação do sítio Biblioteca Digital Memória da CNEN;
- Inserção de registros e textos no sítio Biblioteca Digital Memória da CNEN;



Processamento de documentos técnico-científicos para incorporação no INIS - International Nuclear Information System da IAEA.



Operação do serviço de alerta de periódicos Revist@s! - crescimento de 34% do número de assinantes.

3.4 Formação e Treinamento

3.4.1. Realizações

Indicadores do treinamento continuado de servidores

| INDICADORES | 2007 | 2008 |
|-------------------------|------------|------------|
| Servidores Capacitados | 343 | 372 |
| Eventos de Capacitação | 125 | 107 |
| Carga Horária | 13.882,50 | 30.992 |
| Custo Anual (R\$) | 269.175,13 | 388.310,35 |
| Custo Per Capita (R\$) | 784,77 | 1.043,85 |
| Custo por Eventos (R\$) | 2.153,40 | 3.629,07 |

3.5. Titulação

Evolução da titulação dos servidores

| TITULAÇÃO | 2007 | 2008 |
|----------------|-------|-------|
| DOUTORADO | 481 | 489 |
| MESTRADO | 444 | 443 |
| ESPECIALIZAÇÃO | 1.567 | 1.543 |

4. Pontos Fortes

- Respeito à legalidade;
- Foco na melhoria dos processos;
- Transparência nas ações;
- Foco no atendimento das demandas;
- Descentralização da execução das atividades;
- Comunicação pró-ativa com os servidores;
- Empenho e dedicação dos servidores;
- Incentivo à construção e gestão coletiva;
- Qualificação técnica do quadro funcional;
- Implantação do processo de Gerenciamento de Processos;
- Implantação do processo de Modelagem de Processos de Negócio.

5. Dificuldades Encontradas

- Reduzido número de cargos comissionados (DAS / FGR);
- Falta de sistema de Gestão de Suprimentos e Contratos;
- Múltiplos procedimentos das áreas de Gestão;
- Comunicação interna deficiente;
- Formalismo e confusão no uso das informações;
- Personalização nas relações profissionais;
- Prazos curtos estabelecidos pela Procuradoria Federal e Auditoria Interna para as respostas às solicitações encaminhadas;
- Restrições orçamentárias para manutenção dos serviços existentes e para novas aquisições;
- Quadro reduzido de servidores;

- Inexistência de um Plano Diretor de Tecnologia da Informação;
- Inexperiência em contratação de serviços de desenvolvimento de soluções baseadas em software;
- Demora na liberação de recursos orçamentários;
- Falta de recursos humanos, em quantidade e devidamente capacitados, para execução das melhores práticas de TI atualmente preconizadas pelo mercado;
- Inexistência de profissionais especialistas, ocasionando problemas de gestão face à mobilização de pessoal para atividades atípicas, especialmente na área de RH, questões jurídicas, atuariais, orçamentárias, financeiras e contábeis;
- Obsolescência do Sistema de Gestão de Desempenho (SGD);
- Desconcentração dos recursos para capacitação em âmbito CNEN, enfraquecendo a Ação de Capacitação de Servidores.

6. Perspectivas

- Invalidação do Regimento Interno da CNEN, em fase conclusiva, face à criação da Agência Nuclear Brasileira (ANB);
- Aprovação da criação da ANB e reflexos na área de gestão institucional da CNEN definição de competências e quadro de pessoal;
- Definição do Plano Diretor de Tecnologia da Informação;
- Instituição do Comitê Gestor de Tecnologia da Informação;
- Implantação de Sistema Único de Informações para Gestão institucional - SIGERE em todas as Unidades da CNEN;
- Implantação de Sistemas Institucionais integrados aos Sistemas de Governo (e-PING);
- Expansão da tecnologia GED/Workflow para todos os processos de Radioproteção e Dosimetria;
- Implantação do Sistema de Gerência de Doses Ocupacionais Externas;
- Implantação do Sistema de Atendimento à Emergência Nuclear;
- Reformulação do Portal do Conhecimento Nuclear integrando os serviços de atendimento ao usuário de Informações Técnico-Científicas e de atualização profissional;
- Implantação de solução baseada em *storage* para garantir a disponibilidade das redes de dados de todas as Unidades da CNEN;
- Expansão do uso de rede sem fio (wireless);
- Aperfeiçoamento dos processos de Planejamento e Logística, através da integração, ao SIGERE, dos módulos de Compras, Patrimônio, Almoxarifado e Contratos;
- Melhoria da infraestrutura através da ampliação das instalações da Sede, mediante a legalização, incorporação e recuperação física do imóvel situado na Rua Gal. Severiano nº 82;
- Regulamentações diversas: convênios; controle de acesso às dependências da CNEN / Sede; transportes oficiais; oficinas permanentes de gestão de contratos;
- Implantação do SCDP no CDTN, LAPOC, CRCN-CO e CRCN-NE;
- Implantação das viagens internacionais no SCDP;
- Previsão de elevado número de concessão de aposentadorias para os próximos anos;
- Redesenho dos processos de trabalho da área de Recursos Humanos;
- Atuação estratégica de RH no sentido da facilitação do processo de desenvolvimento institucional e do alinhamento às diretrizes da SRH/MP;
- Desenvolvimento do modelo de gestão de pessoas articulado por competências;
- Instituição de Programa de Desenvolvimento de Liderança;
- Fortalecimento da Ação de Capacitação de Servidores em âmbito institucional;
- Desenvolvimento de sistema de solução integrada para a gestão do plano de saúde.

Claudia Souza
Coordenação Geral
CNEN

Carlos Rocha
Projeto Editorial
CNEN

Claudia Souza
Ana Paula Saint'Clair
Luis Machado
Revisão
CNEN

Coordenação de Comunicação Social
Edição
CNEN

Fotos
capa
Marcello Vitorino/Fullpress
Página 5
Luiz Claudio Braz
Demais fotos
Arquivo CNEN

CNEN - Unidade Central – Sede

Rua Gal. Severiano, 90 - Botafogo - Rio de Janeiro - RJ - Brasil - CEP 22290-901
Tel.: (21) 2173-2000 / 2173-2001 - Fax.: (21) 2173-2103 - <http://www.cnen.gov.br>

CDTN

Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 - Campus UFMG
Pampulha - Belo Horizonte - MG - Brasil - CEP 31270-901
Tel.: (31) 3069-3241 - Fax.: (31) 3069-3321 - <http://www.cdtm.br>

CRCN-CO

BR 060, km 174,5 - Abadia de Goiás - GO - Brasil - CEP 75345-000
Tel.: (62) 3604-6000 / 3604-6001 / 3604-6002 - Fax : (62) 3604-6020 / 3604-6010
<http://www.crcn-co.cnen.gov.br>

CRCN-NE

Av. Prof. Luiz Freire, 200 - Cidade Universitária - Recife - PE - Brasil - CEP 50740-540
Tel.: (81) 3797-8000 - Fax.: (81) 3797-8072 - <http://www.crcn.gov.br>

IENT

Rua Hélio Almeida, 75 - Cidade Universitária - Ilha do Fundão - Rio de Janeiro - RJ - Brasil - CEP 21945-970
Tel.: (021) 2173-3700 / 2173-3701 - Fax: (021) 2173-3802 - <http://www.ien.gov.br>

IPEN

Travessa R, 400 - Cidade Universitária - São Paulo - SP - Brasil - CEP 05508-900
Tel.: (011) 3133-9000 - Fax: (011) 3212-3546 - <http://www.ipen.br>

IRD

Av. Salvador Allende s/nº - Jacarepaguá - Rio de Janeiro - RJ - Brasil - CEP 22780-160
Tel.: (021) 2173-2702 - Fax.: (021) 2442-1950 - <http://www.ird.gov.br>

Distrito de Angra dos Reis - DIANG

Rua Dr. José Watanabe, 55 - Sala 507/508 - Parque das Palmeiras - Angra dos Reis - RJ
Tel.: (24) 3365-3524 - Fax.: (24) 3365-1828

Distrito de Caetité - DICAÉ

Av. Santana, 680 - Centro - Caetité - BA - CEP 46400-000
Tel.: (77) 3454-2344 / 3454-2325 - Fax.: (77) 3454-2333

Distrito de Fortaleza - DIFOR

Av. Santos Dumont, 3610 - Aldeota - Fortaleza - CE - CEP 60150-162
Tel.: (85) 3533-8151 / 3533-8159 - Fax.: (85) 3533-8163

Escritório de Brasília - ESBRA

SCN, Quadra 4, Bloco B, 10º andar, Sala 1002B, Asa Norte, Brasília - DF - CEP 70714-900
Tel.: (61) 3433-6315 - Fax.: (61) 3433-6313

Escritório Porto Alegre - ESPOA

Av. Bento Gonçalves, 9.500 - Prédio 42.322 - ILEA - Porto Alegre - RS CEP 91501-970
Tel.: (51) 3308-6942 / 3308-2499 - Fax.: (51) 3322-2455 - CEP (51) 3322-2455

Escritório Resende - ESRES

Av. Marechal Castelo Branco, 355 - Sala 802 - Edifício CDL - Jardim Tropical - Resende - RJ - CEP 27541-020
Tel.: (24) 3354-1415 - Fax.: (24) 3354-1433

Laboratório de Poços de Caldas - LAPOC

Rodovia Poços de Caldas, Andradas, Km 13 - Poços de Caldas - MG - CEP 37701-970
Tel.: (35) 2107-3534 - Fax.: (35) 3722-3622