

**I WORKSHOP em C,T & I na área de Saúde -  
Unidades de Pesquisa do MCT**

**Ações de P, D & I da CNEN  
na área da Saúde**

**Lourença F. Silva**

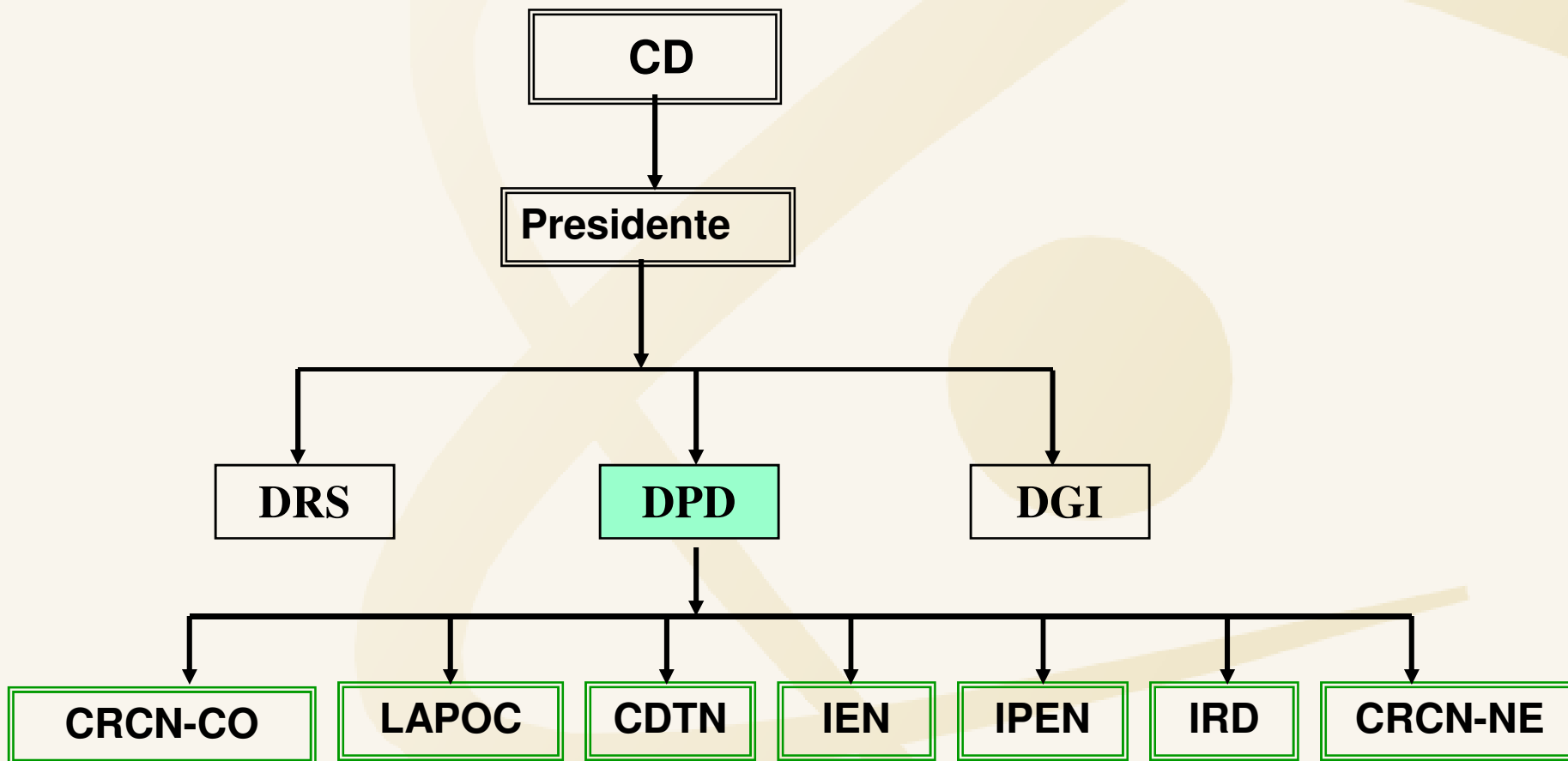
Membro do Nucleo de Coordenação da Inovação  
– NCI/DPD

**Campinas-SP - 30 de novembro 2009**

## SUMÁRIO DA APRESENTAÇÃO

- **ESTRUTURA DA CNEN**
  
- **PRINCIPAIS RESULTADOS DAS AÇÕES DE P,D & I DA CNEN, NA ÁREA DE SAÚDE:**
  - **CRIAÇÕES E SERVIÇOS TECNOLÓGICOS GERADOS**
  - **PRODUÇÃO DE RADIOISÓTOPOS E RADIOFÁRMACOS.**
  
- **SUGESTÕES DE AÇÕES CONJUNTAS MCT e MS.**

## ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DA CNEN



## **PRINCIPAIS RESULTADOS DAS AÇÕES DE P, D & I DA CNEN, NA ÁREA DE SAÚDE:**

- **CRIAÇÕES E SERVIÇOS TECNOLÓGICOS GERADOS**
- **PRODUÇÃO DE RADIOISÓTOPOS E RADIOFÁRMACOS**

## I - BIOMATERIAIS, BIOFÁRMACOS E BIOTECNOLOGIA

### CDTN

1. Sinterização do ZnO a partir de diferentes precursores.
2. Enriquecimento com selênio e o seu papel em células de *Saccharomyces cerevisiae* desafiadas com irradiação gama.
3. Geração de radicais livres induzida pelo Trióxido de Arsênio (As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).
4. Propriedades estruturais e magnéticas de óxidos de ferro nanoestruturados para aplicações em hipertermia.
5. Biocompatibilidade dos Materiais Mesoporosos de Sílica e Nitreto de Boro.
6. Vacina radioatenuada para a paracoccimiodomicose. (CNEN, UFMG e FAPEMIG)

## I - BIOMATERIAIS, BIOFÁRMACOS E BIOTECNOLOGIA

### CDTN

7. Obtenção de materiais mesoporosos ordenados e sua aplicação como sistema para liberação controlada de drogas.
8. Síntese e caracterização de nanopartículas magnéticas em matrizes de sílica para geração de calor e liberação controlada de fármacos.
9. Caracterização da atividade antitumoral de tiossemicarbazonas complexadas com metais: avaliação do seu potencial radiofarmacêutico.
10. Síntese de matrizes de sílica-fósforo com aplicação para fontes de braquiterapia.
11. Processo de fabricação de encapsulamento polimérico na construção de sementes para uso em braquiterapia, e sua utilização.  
**Protocolado em 29/05/2009.**

## I - BIOMATERIAIS, BIOFÁRMACOS E BIOTECNOLOGIA

### IPEN

1. Metodologia de ativação de fios de irídio em reatores nucleares
2. Processo para obtenção de hormônio de Crescimento Humano (Somatropina) no espaço periplásmico de bactérias, mediante técnicas de DNA recombinante e processo para realizar sua purificação até obtenção de um produto injetável em seres humanos. **PI 0003051-1, 2000.**
3. Processo para obtenção de altos níveis de expressão do hormônio estimulador de Tireóide (tireitrofina humana ou hTSH) em células de ovário de hamster chinês, mediante a utilização de vetores de expressão dicistrônicos, aplicação de uma estratégia de amplificação com duplo marcador gênico, detecção e controle de qualidade do mesmo TSH ao longo do processo de produção mediante cromatografia líquida de alta eficiência em fase reversa. **PI 0205204-0, 2002.**

## I - BIOMATERIAIS, BIOFÁRMACOS E BIOTECNOLOGIA

### IPEN

4. Processo microbiológico para obtenção de plasmídeos bacterianos (vetores ou cassetes de expressão) utilizando vetor aberto com promotor termo-sensível derivado do fago lambda e sua aplicação na obtenção de altos níveis de secreção de proteínas no espaço periplásmico ou no citoplasma de bactérias. **PI 0406443-7, 2004 – CNEN/BIOLAB.**
5. Processo microbiológico de cultivo para obtenção de Prolactina Humana. **PI 0701082-6, 2007.**
6. Processo de Purificação de Prolactina Humana utilizando resina de cromatografia de afinidade por metais imobilizados. **PI 0205776-0, 2002.**
7. Processo de assepsia de tecidos biológicos.
8. Desenvolvimento de substituto dermo-epidérmico. **PI 0404696, 2004.**

## I - BIOMATERIAIS, BIOFÁRMACOS E BIOTECNOLOGIA

### IPEN

9. Biossensor de Peróxido de Uréia Baseado no Complexo Família das Tetraciclinas-Európio. **PI 0602279-0, 2006.**

10. Bioconjugado com Propriedades Hemocompatíveis.  
**PI 0704504-2, 2007.**

11. Tubo para Prótese de Membro Inferior em Compósito Híbrido Epóxi Carbono-vidro e Processo para Fabricação do Mesmo.  
**PI 0800975-9, 2008.**

12. Processo de Obtenção da Molécula, Molécula, Composição, Método de Preparo de Biopróteses e uso da Composição.  
**PI 0801094-3, 2008 - USP/CNEN/UNICAMP/FAPESP.**

13. Copolímero Anfifílico (NVP-co-DMAm) para Liberação Controlada de Fármacos. **PI 0704648-0, 2007.**

## **II- AVALIAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO, QUALIFICAÇÃO E CERTIFICAÇÃO**

### **CDTN, IEN, IPEN, IRD**

- 1. Dosimetria por filme dosimétrico.**
- 2. Calibração de dosímetros.**
- 3. Monitoração Individual Externa.**
- 4. Monitoração ocupacional (Descontaminação - Monitoração da contaminação de superfície).**

### **IPEN**

- 1. Desenvolvimento de sistema de controle de qualidade da homogeneidade da ativação de fios radioativos.**

## **II- AVALIAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO, QUALIFICAÇÃO E CERTIFICAÇÃO**

### **CDTN**

- 1. Avaliação da Identidade e Segurança Microbiológica em Algumas Plantas Medicinais.**
- 2. Desenvolvimento de métodos ópticos para avaliação de imagens de mamografia.**
- 3. Caracterização de dosímetros termoluminescentes para avaliação da dose glandular em mamografia.**
- 4. Implantação das radiações de referência “RQA” da IEC no equipamento de raios-X Pantak Seifert do CDTN/CNEN.**
- 6. Uso de dosímetros Fricke para avaliação de campos gama.**

## **II- AVALIAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO, QUALIFICAÇÃO E CERTIFICAÇÃO**

### **IRD**

- 1. Fantoma de tireóide-pescoço para calibração de medidores de I-131 na tireóide.**
- 2. KIT Odontológico utilizado para avaliação de equipamentos de R-X.**
- 3. Calibração de câmaras de ionização para aplicação em radioterapia e radiodiagnóstico.**
- 4. Calibração de monitores de radioproteção.**
- 5. Avaliação de desempenho dos calibradores de dose nos hospitais brasileiros para medição de atividade, cujo fator de calibração ou valor de referência é fornecido pelo IRD. Fontes como I- 123, I-131, Tc-99m, Ga-67 e Tl-201 são periodicamente submetidas à avaliação para verificar o desempenho dos medidores hospitalares, de acordo com requisitos estabelecidos pelo Guia ISO/IEC-43 e Norma CNEN.**
- 6. Auditoria Postal de feixes radioterapêuticos de fótons de megavoltagem.**

### **III- TECNOLOGIAS PARA DIAGNÓSTICOS E INTERVENÇÕES CIRÚRGICAS**

#### **CDTN**

- 1. Método para diagnóstico molecular não-invasivo para a leishmaniose canina.**
- 2. Processo de encapsulamento de semente de braquiterapia com tubo de titânio conjugado a polímero, e sua utilização.**
- 3. Validação e implantação de metodologias para dosimetria de pacientes submetidos a exames de Tomografia Computadorizada.**

#### **IRD**

- 1. Dosimetria citogenética para avaliação da exposição acidental com doses elevadas.**

### **III- TECNOLOGIAS PARA DIAGNÓSTICOS E INTERVENÇÕES CIRÚRGICAS**

#### **IPEN**

- 1. Caracterização de fontes emissoras beta para uso em braquiterapia para lesões de pele e câncer oftálmico.**
- 2. Fio de irídio-192 de baixa taxa de dose (LDR). Utilizado para tratamento de vários tipos de câncer, como cabeça, pescoço e tecidos moles.**
- 3. Semente de iodo-125. Utilizado para tratamento de câncer de próstata, oftálmico, cerebral e pulmonar. Protótipo desenvolvido, laboratório de produção em fase de conclusão, produção experimental em 2010 e produção comercial esperada para 2011.**
- 4. Fontes de irídio-192 de alta taxa de dose (HDR). Utilizado em equipamentos de “after-loading” para o tratamento de vários tipos de câncer como colo de útero, pulmão, tecidos moles e outros. Projeto em fase inicial.**

### III- TECNOLOGIAS PARA DIAGNÓSTICOS E INTERVENÇÕES CIRÚRGICAS

#### IPEN

5. Desenvolvimento do protótipo de sementes de iodo-125.
6. Desenvolvimento de uma metodologia para tratamento de lesões de pele por radiação com feixes de elétrons no Hospital das Clínicas de São Paulo.
7. Processo de aceleração de cicatrização em tecidos biológicos.
8. Processo de caracterização de fotossensibilizadores para fototerapia.
9. Composição farmacêutica fotossensível e método para o tratamento de lesões tumorais cutâneas de mamíferos. **PI 0705591-9, 2007.**
10. Processo para estender a faixa de velocidades mensuráveis em velocímetros Doppler ultrassônicos pulsáveis direcionais. **PI 9701140, 1997.**

### III- TECNOLOGIAS PARA DIAGNÓSTICOS E INTERVENÇÕES CIRÚRGICAS

#### IPEN

11. Material a base do corante azuleno para utilização em terapia fotodinâmica. **PI 0305664-3, 2003.**
12. Processo de Radiomarcção de Flavonóides e sua Aplicação em Diagnósticos in vivo de disfunções cerebrais relacionados aos sítios receptores benzodiazepínicos. **PI 0702640-4, 2007 CNEN/USP.**
13. Bioadesivo Cutâneo Nanoestruturado para Tratamento Fotodinâmico. **PI 0704615-4, 2007.**
14. Avaliação de doses radiação em pacientes submetidos a radioterapia guiada por imagens.
15. Desenvolvimento da metodologia para dosimetria de fontes de braquiterapia pelo TG-43U .
16. Marcadores Moleculares Radioativos Derivados da Bombesina para Diagnóstico e Terapia de Tumores que Superexpressam Receptores para Peptídeos Liberadores de Gastrina e suas Aplicações. **Protocolado em 29/05/09.**

## **IV- TELEMÁTICA E BIONFORMÁTICA**

### **IPEN**

**Software de acoplamento de imagens médicas com código de Monte Carlo que auxilia na estimativa de dose de radiação em várias modalidades de tratamento de câncer como radioterapia, medicina nuclear e diagnose.**

## V – INSTRUMENTAÇÃO, EQUIPAMENTOS E SISTEMAS

### CDTN

1. Suporte para dosímetro individual de corpo inteiro para medida de radiação ionizante. **Protocolado em 29/05/09.**
2. Equipamento para revelação de filmes dosimétricos. **PI 0801219-9, 2008.**
3. Processo de Fabricação de Sensores Coloridos para a Determinação de Radiação. **PI 0500971-5, 2005. CNEN/UFMG.**
4. Investigação e desenvolvimento de um sistema de medidas de resposta eletromecânica para eletroestimulação neuromuscular.

### IRD

1. Monitor Individual de Extremidade para Fótons. **MU 8301629-5, 2003.**
2. Monitor Individual de Nêutrons Passivo Tipo Albedo de duas Componentes para Corpo Inteiro. **MU 850012-4, 2005.**

## V – INSTRUMENTAÇÃO, EQUIPAMENTOS E SISTEMAS

### IEN

1. Dosímetro Clínico.
2. Calibrador de Doses.
3. Sistema Portátil de Captação para Tireóide.
4. Espectrômetro Digital. **MU 8303167-7.**
5. Sistema de dosimetria pessoal com detector fotodiodo.
6. Sistema de monitoração de radiação ambiental.
7. Sistema de monitoração de rejeitos hospitalares.
8. Monitor de Radiação 7027. **MU 002674-5, 2000.** Transferido para empresa MRA, sem renovação. Em fase de melhoramentos.
9. Monitor Inteligente de Radiação. **PI 0300667-0, 2003.** Licenciado para empresa MRA (sem exclusividade).

## V – INSTRUMENTAÇÃO, EQUIPAMENTOS E SISTEMAS

### IPEN

1. Projeto e construção de placas espalhadoras e degradadoras de energia para uso em tratamento de pacientes com lesões de pele de corpo inteiro no Hospital das Clínicas de São Paulo.
2. Desenvolvimento de Dosímetros a serem aplicados em Terapia de Câncer por Captura de Nêutrons por Boro.
3. Desenvolvimento de dispositivo rotativo para irradiação de fios – projetado, comissionado e em uso desde 1994.
4. Sonda cirúrgica localizadora de células cancerígenas utilizando-se radiotraçadores.
5. Detector de Radiação para Sondas Cirúrgicas. **PI 0705234-0, 2007.**
6. Dispositivo Pré-amplificador para Sondas Gama Intra-Operatórias Utilizando Detectores de Radiação Semicondutores. **MU 8602566-0, 2006.**

## EXEMPLOS DE PROTÓTIPOS DESENVOLVIDOS:

**IPEN – 3 unidades: 2 protótipos na Escola Paulista de Medicina e 1 no Hospital Albert Einstein.**



**Em fase de negociação para licenciamento da tecnologia.**

I WORKSHOP em C,T & I na área de Saúde - Unidades de Pesquisa do MCT

**IEN – Sistema de Captação de Tireóide. Em uso no Hospital  
Universitário – UFRJ.**



## **VI- FORMAÇÃO E CAPACITAÇÃO DE RH**

**Cursos regulares (anuais) específicos para a área médica:**

### **IRD**

- 1. Básico de Proteção Radiológica em Radiodiagnóstico Médico .**
- 2. Dosimetria do Paciente de Medicina Nuclear.**
- 3. Proteção Radiológica do Paciente de Medicina Nuclear.**
- 4. Atualização para Físicos Médicos na Área de Radiodiagnóstico.**
- 5. Radioproteção em Medicina Nuclear.**
- 6. Cálculo de Blindagens em Radioterapia.**
- 7. Proteção Radiológica e Controle de Qualidade em Radiologia Oral.**

I WORKSHOP em C,T & I na área de Saúde - Unidades de Pesquisa do MCT

# PRODUÇÃO DE RADIOISÓTOPOS E RADIOFÁRMACOS

## PRODUÇÃO DE RADIOISÓTOPOS E RADIOFÁRMACOS

### **Clientes – clínicas e hospitais**

- Cerca de 290 privados e 50 públicos.
- Localizados principalmente nas regiões Sul e Sudeste.

**Produção de Flúor-18 (FDG) – no IPEN, no IEN, no CDTN e no CRCN-NE.**

**Cerca de 95% dos radioisótopos são produzidos no IPEN (40 tipos produtos).**

## PRINCIPAIS PRODUTOS FORNECIDOS EM 2008

### Receita Faturada

**Gerador de Tecnécio – R\$ 27, 5 milhões**

**Iodeto de Sódio-131 – R\$ 7,3 milhões**

**Citrato de Gálio – R\$ 3,7 milhões**

**Flúor-18 - R\$ 10 milhões**

**Iodeto de Sódio (cápsulas) – R\$ 3,2 milhões**

I WORKSHOP em C,T & I na área de Saúde - Unidades de Pesquisa do MCT

# SUGESTÕES DE AÇÕES CONJUNTAS MCT e MS

## **Medidas de incentivo às ICTs para geração de inovação (P&D) e prestação de serviços tecnológicos às empresas:**

- 1. Editais que contemplem linhas de fomento para o desenvolvimento tecnológico de equipamentos e instrumentação de medidas nucleares, de novos produtos, como radiofármacos e biomateriais, com tecnologia nuclear.**
- 2. Solução jurídica para o credenciamento das ICTs junto ao BNDES. Hoje somente as fundações de apoio estão sendo cadastradas.**

## **Medidas de incentivo para a transferência de tecnologia das ICTs às empresas:**

### **1. Uso do poder de compra estatal para estimular produção local:**

**- aquisição pelo MS de equipamentos/produtos para o sistema de saúde pública, garantindo, assim, o mercado inicial para as empresas licenciadas.**

### **2. Incentivos fiscais para as empresas licenciadas.**

**3. Financiamento específico para ampliação da capacidade de produção e criação de linhas de produção em empresas licenciadas (FINEP e BNDES).**

#### **4. Subvenção econômica para:**

- **equipamentos e instrumentos usados em medicina nuclear, com recursos não reembolsáveis**
- **certificação dos produtos licenciados pelas ICTs para adequação às normas nacionais e internacionais.  
(Redução de barreiras técnicas e registro na ANVISA).**

**5. BNDES/Profarma: incentivos para aquisição de equipamentos nacionais (hospitais e clínicas particulares).**

**6. Encomendas Tecnológicas por parte do MS. (Art 20º da Lei nº 10.973, de 02.12.2004).**

## 7. Apoio para desenvolvimento de mercados de exportação:

- **Mercosul;**
- **Demais países da América Latina;**
- **Países africanos de língua portuguesa.**

I WORKSHOP em C,T & I na área de Saúde - Unidades de Pesquisa do MCT

**OBRIGADA!**

[fsilva@cnen.gov.br](mailto:fsilva@cnen.gov.br)

**21 2173-2191**

**Núcleo de Coordenação da Inovação - NCI**

**Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento - DPD**

**Comissão Nacional de Energia Nuclear**