



Recife, 24-29/11/2013

Cenário das Atividades de Medicina Nuclear no Brasil

Ensino e Pesquisa em Radiofarmácia

Dr. Fabio Luiz N. Marques
FMUSP

- **Aspectos históricos do ensino sobre radioisótopos no Brasil**
- **Distribuição dos centros de produção e pesquisa com radioisótopos no Brasil**
- **Legislações brasileira**
- **Formação e capacitação em radiofarmácia no Brasil**
- **Pesquisa em radiofarmácia**
- **Conclusões**

ASPECTOS HISTÓRICOS DO ENSINO SOBRE RADIOISÓTOPOS NO BRASIL



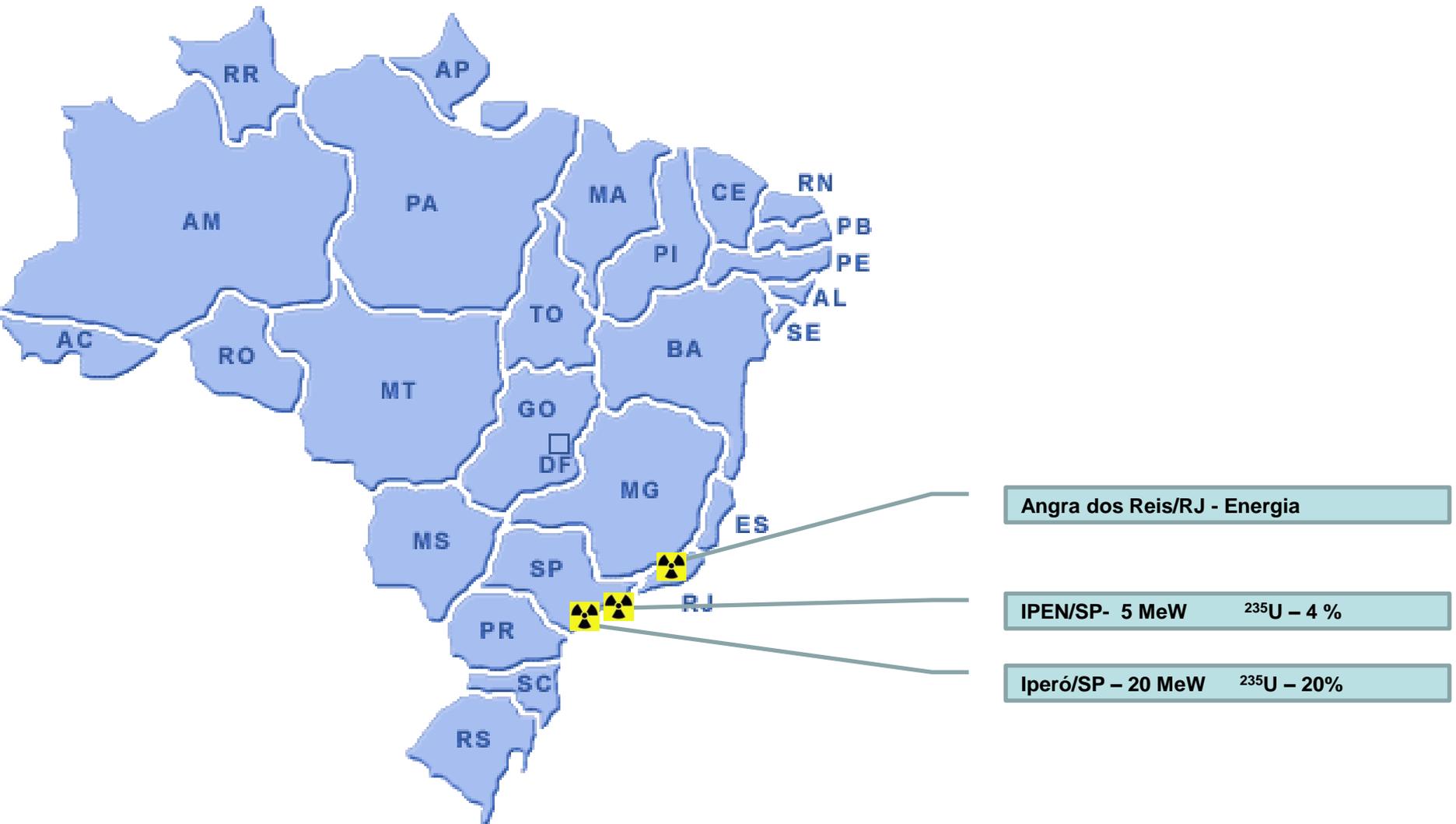
Participantes do Primeiro Curso Latino Americano de Metodologia de Radioisótopos (Janeiro-Fevereiro, 1953).

ASPECTOS HISTÓRICOS DO ENSINO SOBRE RADIOISÓTOPOS NO BRASIL

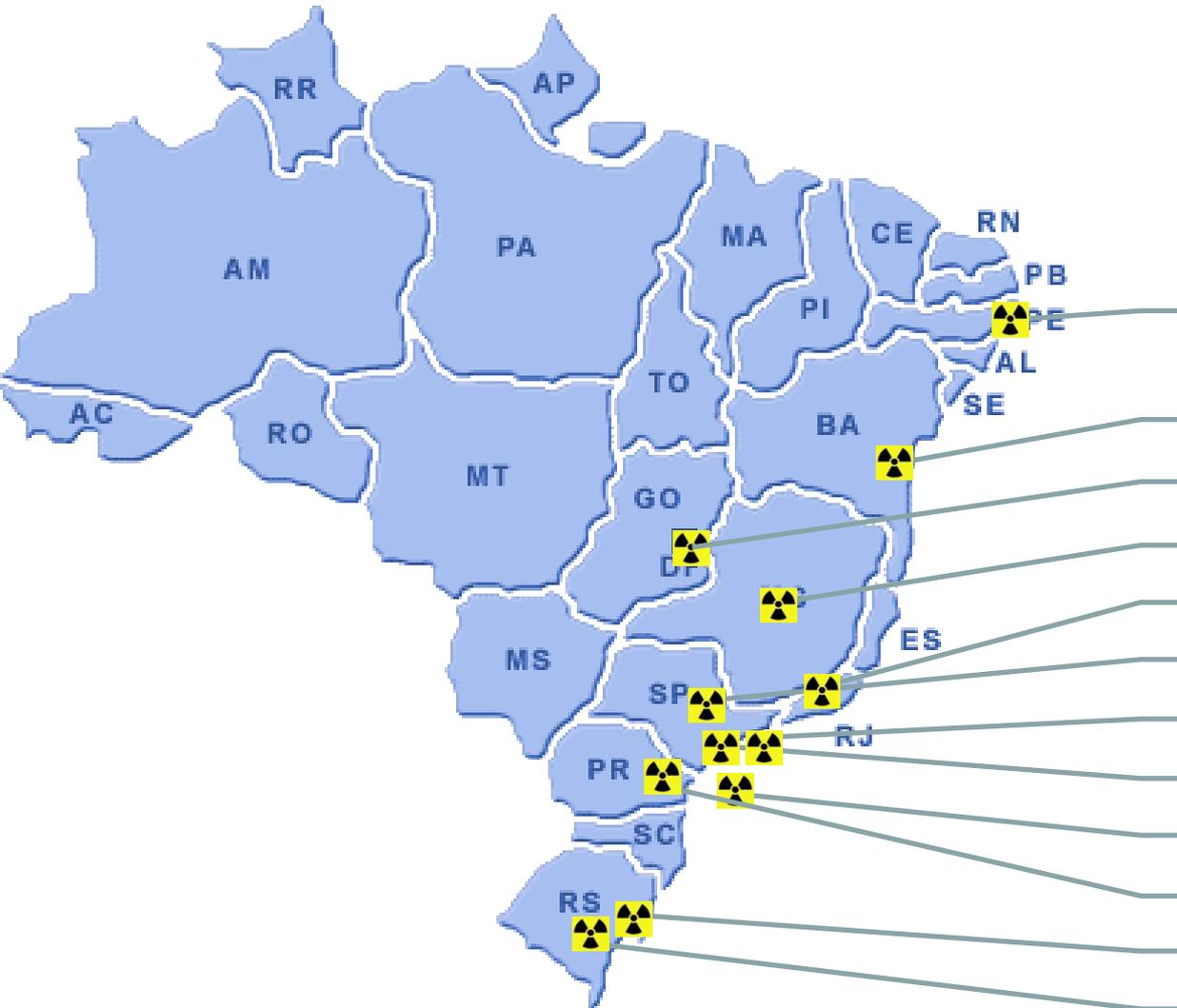


**Dra. Verônica Eston, Prof, George de Hevesy e
Dr. Tede Eston (1954)**

REATORES NUCLEAR EM OPERAÇÃO OU A SEREM INSTALADOS NO BRASIL



CICLOTRONS EM OPERAÇÃO NO BRASIL



CRCN/Recife - GE 16,5 MeV

Delfin/Salvador - GE 16,5 MeV

Vilas Boas/DF - Siemens 11 MeV

CDTN/BH - GE 16,5 MeV

IEN/RJ - IBA 18 MeV

Ciclobras/Camp- Siemens 11 MeV

IPEN/SP - IBA 18 MeV

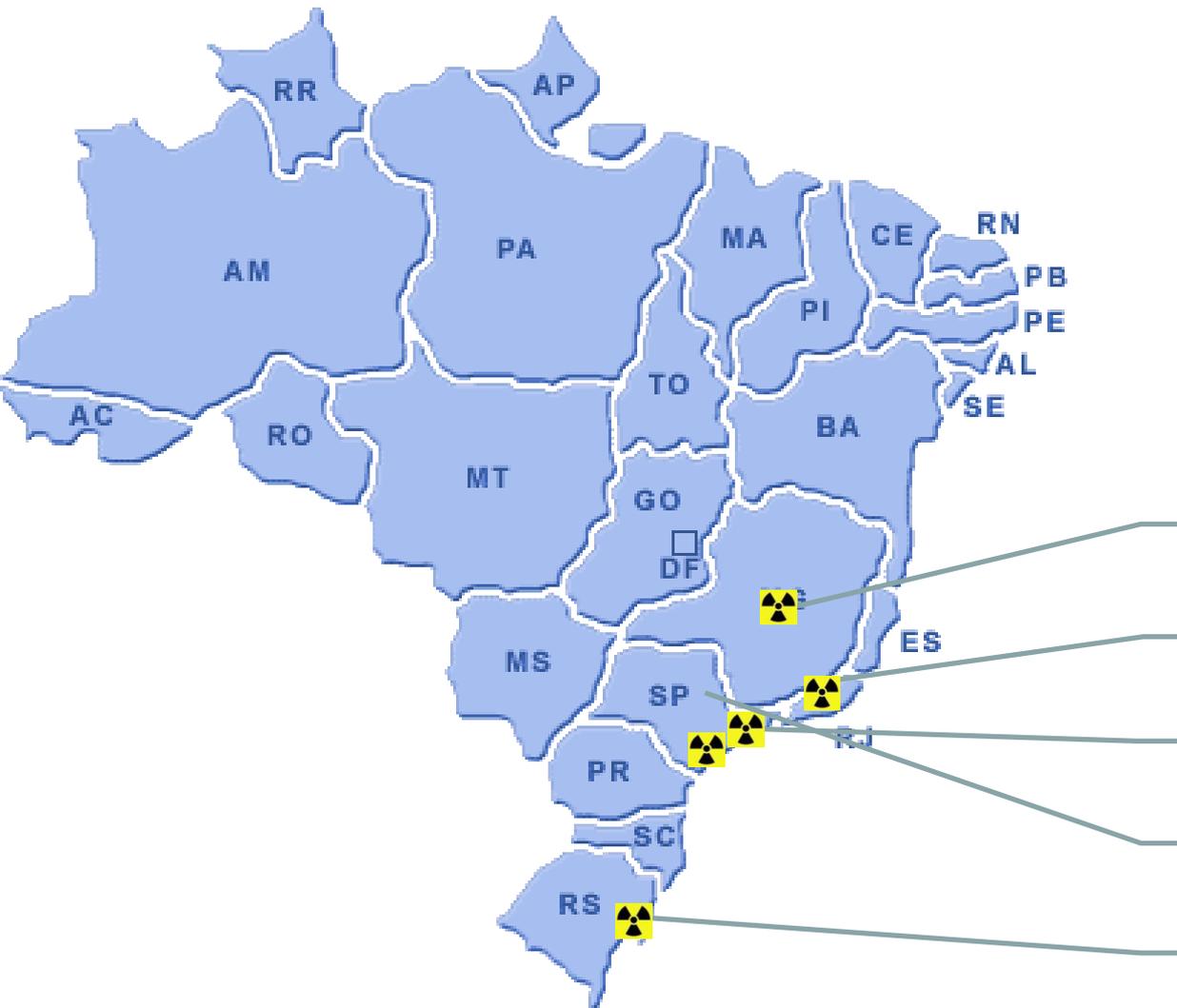
IPEN/SP - IBA 30 MeV

HC-USP/SP - GE 16,5 MeV

CicloPet/CTBA - GE 16,5 MeV

PUC/PA - GE 16,5 MeV

R2/PA - GE 16,5 MeV



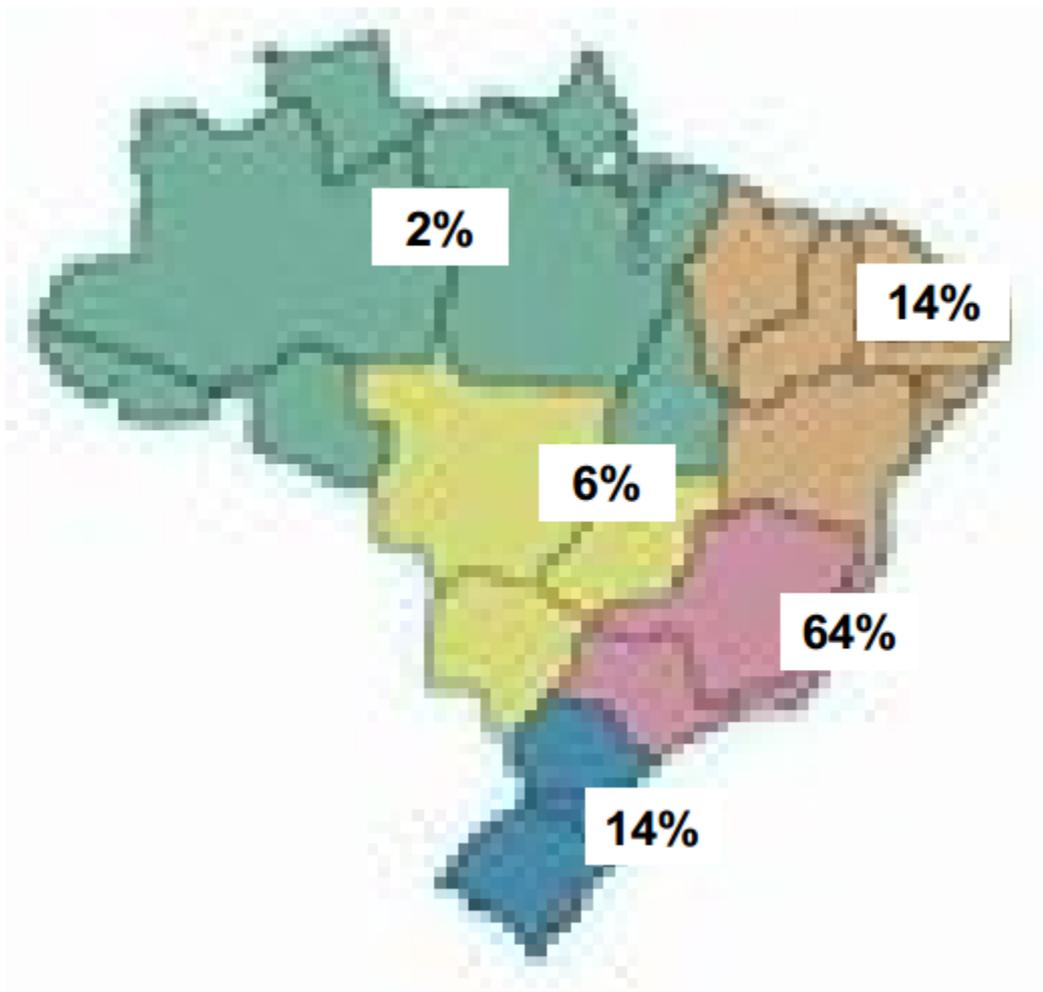
CDTN/BH – Pré-clínico PET
UFMG – Pré-clínico e clínico

UFRJ/RJ – Pré-clínico multimodal
INCA/RJ - Clínico

IPEN/SP – Pré-clínico multimodal

HC-FMUSP/SP – Pré-clínico multimodal e clínico

PUC/PA – Pré-clínico e clínico



Cerca de 300 clínicas no Brasil

78% da demanda nas regiões Sul e Sudeste do Brasil



CAPACITAÇÃO EM RADIOFARMÁCIA ATÉ 2008



Palestras ou cursos de curta duração (2 dias) patrocinados pro empresas privadas ou promovidos pelas Sociedade Brasileira de Medicina Nuclear ou Sociedade Brasileira de Biociências Nucleares

RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA - RDC Nº 38, DE 4 DE JUNHO DE 2008.

Dispõe sobre a instalação e o funcionamento de Serviços de Medicina Nuclear “in vivo”.

4.2 Recursos Humanos

4.2.1 O Serviço de Medicina Nuclear deve contar com profissionais com formação e capacitação para desempenhar as seguintes funções:

- a).....;
- b) Preparação e administração de radiofármacos;

6. PREPARAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO DE RADIOFÁRMACOS EM SERVIÇOS DE MEDICINA NUCLEAR

6.7 A responsabilidade técnica pela preparação e administração de radiofármacos é de responsabilidade de profissionais **com formação superior na área da saúde**, com registro no respectivo conselho de classe, de acordo com competências profissionais definidas na legislação vigente.

Resolução nº 486 de 23 de setembro de 2008 do Conselho Federal de Farmácia

EMENTA: Dispõe sobre as atribuições do farmacêutico na área de radiofarmácia e dá outras providências.

Art. 1º - São atribuições PRIVATIVAS do farmacêutico na área de Radiofarmácia:

- b) Realização das preparações farmacêuticas nas suas diversas apresentações;
- c) Produção em indústrias, hospitais, clínicas, centros de medicina nuclear, centros de imagem e radiofarmácias centralizadas;
- d) Controle de qualidade de radiofármacos (radionuclídico, radioquímico, biológico, microbiológico e farmacológico) em indústrias, hospitais, clínicas, centros de medicina nuclear, centros de imagem e radiofarmácias centralizadas;
- e) Garantia da qualidade em indústrias, hospitais, clínicas, centros de medicina nuclear, centros de imagem e radiofarmácias centralizadas;
- f) Fracionamento de radiofármacos em doses unitárias ou individualizadas;
- g) Armazenamento, distribuição e dispensação de radiofármacos por meio do sistema coletivo ou de doses individualizadas e unitárias;
- i) Ensaio de equivalência farmacêutica e bioequivalência com radiofármacos genéricos e similares;
- o) Responsabilidade técnica e desempenho de funções especializadas em empresas de produção, comercialização, importação, exportação, distribuição ou em instituições de pesquisa que produzam radiofármacos.

Local	Modalidade	Duração	Modal.	Início	Responsável
HC-FMUSP	Especialização	1900 h (DE)	T/P	1990	Dr. Fabio L. N. Marques
HC-FMUSP	Divulgação	40 h	T	2008	Dr. Fabio L. N. Marques
H. Albert Einstein	Especialização	420 h (11m)	T/P	2011	Dra Maricel R.F.F. Barbosa
UFRJ	Especialização	360 h	T	2012	Dr. Ralph Santos-Oliveira
Instituto Racine/SP	Capacitação	80 h	T	2013	Dra Sibila R. M. Grallert
H. A.C. Camargo/SP	Capacitação	60 h	ED	2013	Dra. Priscilla Brunelli Pujatti

T= teórico P=prático ED= educação à distância DE= dedicação exclusiva

Levantamento dos Cursos de Farmácia do Sul do Brasil que Oferecem Disciplina de Radiofármacos (ou Similar)

Colleges of Pharmacy in Southern Brazil Providing Disciplines of Radiopharmaceuticals

Gabriella Roecker^a; Paula da Silva Cardoso^a; Patrícia de Aguiar Amaral^{b*}

^aUniversidade do Extremo Sul Catarinense, Curso de Farmácia, SC, Brasil

^bUniversidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, SC, Brasil

*E-mail: amaral@unescc.net

Recebido: 19 de outubro de 2012; Aceito: 17 de dezembro de 2012

UNOPAR Cient Ciênc Biol Saúde 2013;15(2):169-73

3 Conclusão

A radiofarmácia é uma opção no campo de atuação do farmacêutico. No entanto, ao analisar as grades curriculares dos cursos de graduação em farmácia da região sul do Brasil, pode-se observar que poucas IES possuem disciplinas específicas para radiofarmácia. Das cinquenta e seis IES analisadas, somente cinco apresentaram disciplinas referentes à radiofarmácia, sendo elas: IPA, UFPEL, UFRGS, PUCPR e UFPR.

As disciplinas disponíveis pelas IES possuem as seguintes nomenclaturas e carga horária: radiofármacos/IPA (36 horas), radiofarmácia/UFPEL (34 horas), metodologia de radioisótopos/UFRGS (60 horas), radioisótopos em farmácia/PUCPR (54 horas) e radioisótopos aplicados em farmácia/UFPR (54 horas).



Área de concentração:
Tecnologia Nuclear - Aplicações (TNA)



Área de concentração:
Ciência e Tecnologia das Radiações

UFMG

Área de concentração:
Farmácia



Área de concentração:
Oncologia

Dr. Joao Alberto Osso Junior – IPEN/SP (Químico)

DANIELLE MAIA DANTAS. Estudos de Toxicidade Aguda e Subaguda do Radiofármaco 18F-FDG. Início: 2011. Dissertação

Marcela Forli Catanoso. Purificação de 123I e 131I para marcação de biomoléculas. 2011. Dissertação.

Graciela Barrio. Desenvolvimento de tecnologias de preparo de geradores terapêuticos de 90Sr-90Y no Centro de Radiofarmácia do IPEN/CNEN-SP. 2010. Dissertação.

ANGÉLICA BUENO BARBEZAN. Comparação da marcação de diversos fosfonatos: MDP, EDTMP e Clodronato com 188Re. 2010. Dissertação.

Carla Roberta de Barros Rodrigues Dias. Estudos da química dos complexos nitrído-metal na marcação de biomoléculas com Tc-99m e Re-188. 2010. Tese.

Katia Noriko Suzuki. Desenvolvimento de tecnologia da pós-concentração 99mTc eluido de gerador tipo gel. 2009. Tese.

Dra. Elaine Bortoleti Araújo – IPEN/SP (farmacêutica)

Bruna Bottiglieri Ventura Seco. **ESTUDO DA CONJUGAÇÃO E RADIOMARCAÇÃO DO ANTICORPO MONOCLONAL CETUXIMAB PARA APLICAÇÃO EM TERAPIA RADIONUCLÍDICA.** Início: 2012. Dissertação.

Ricardo de Souza Oliveira. **Avaliação das propriedades farmacocinéticas e de interação com receptores de células tumorais de derivados de bombesina radiomarcados com índio-111 e gálio-68.** Início: 2011. Dissertação.

Adriana Vidal Fernandes Massicano. **Desenvolvimento farmacotécnico de preparação de radioimunoconjugado baseada no anticorpo monoclonal rituximab para aplicação na terapia de Linfoma Não-Hodgkin.** Início: 2011. Tese

Guilherme Luiz de Castro Carvalho. **Estudo de novo derivado da substância P para desenvolvimento de radiofármaco com aplicação na terapia de tumores cerebrais.** Início: 2011. Tese

Luis Alberto Pereira Dias. **Desenvolvimento de um radiofármaco para marcação com Tc-99m específico para a identificação de infecção utilizando um peptídeo catiônico sintético.** Início: 2011. Tese

Renata Martinussi Couto. **Estudo da influência do quelante sobre a marcação e as propriedades in vitro e in vivo de derivados da bombesina radiomarcados utilizando modelo de câncer prostático.** Início: 2009. Tese

Dra. Bluma Linkowski Faintuch – IPEN/SP (Engenheira química)

Angélica Bueno Barbezan. **Radiotraçador para imagem diagnóstica de tumor pancreático endócrino (insulinoma).** Início: 2013. Tese.

Érica Aparecida de Oliveira. **Desenvolvimento de radiotraçadores angiogênicos para diagnóstico de glioma. Estudo em modelo animal.** Início: 2011. Tese.

Luís Schiper. **Neovascularização na necrose da cabeça do fêmur após terapia com células tronco: Avaliação de peptídeos radiomarcados em modelo animal.** Início: 2011. Tese.

Eutímio Gustavo Fernández Núñez. **Desenvolvimento de conjugados de dextran manose radiomarcados para detecção de linfonodo sentinela.** 2011. Tese.

Rodrigo Teodoro. **Avaliação pré-clínica do análogo da neurotensina (8-13) radiomarcado com tecnécio-99m: avaliação in vitro e in vivo.** 2010. Tese.

Dra. Raquel Gouvêa dos Santos – CDTN/MG

Leonardo Tafas Constantino do Nascimento. **Síntese, controle de qualidade e avaliação in vitro do radiofármaco 18FLT (18F-Fluorotimidina)**. Início: 2012. Dissertação.

Priscila Rodrigues da Costa. **Estudos pré clínicos do radiofármaco 18F-Fluorotimidina (18F-FLT)**. Início: 2012. Tese.

Marina Bicalho Silveira. **Estudos pré-clínicos de Fluorocolina (18F) em tumores malignos**. Início: 2012. Tese.

Lucilene Márcia Gabriel. **Desenvolvimento e implantação de novos radiofármacos não 18FDG baseados em peptídeos RGD na Unidade de Pesquisa e Produção de Radiofármacos do CDTN**. Início: 2010. Tese

Marcella Araugio Soares. **AVALIAÇÃO DA POTENCIAL APLICAÇÃO DE DERIVADOS DE 2-ACETILPIRIDINA N-4 FENIL TIOSSEMICARBAZONAS EM TERAPIA E DIAGNÓSTICO ONCOLÓGICO**. 2013. Tese.

Dr. Antero Silva Ribeiro de Andrade – CDTN/MG

Nathalia Marins Fernandes Campos. Desenvolvimento de radiofármacos baseados em aptâmeros: seleção de aptâmeros para o antígeno carcino-embrionário (CEA) por CE-SELEX. Início: 2013. Dissertação

lêda Mendes Ferreira. Avaliação de aptâmeros anti-peptideoglicano marcados com ^{99m}Tc para identificação de infecção bacteriana em modelo animal. Início: 2013. Tese.

lêda Mendes Ferreira. Desenvolvimento de aptâmeros específicos para identificação de bactérias para aplicação como radiofármaco. 2013. Dissertação.

Prof. Dr. Valbert Nascimento Cardoso – UFMG

Leonardo Lima Fuscaldi. **EMPREGO DO PEPTÍDEO 99mTc-HYNIC-LyeTx I, DA ARANHA *Lycosa erythrognatha*, NA DIFERENCIAÇÃO ENTRE INFLAMAÇÃO ASSÉPTICA E SÉPTICA DO OSSO, EM MODELO EXPERIMENTAL.** Início: 2012. Tese.

Raquel Silva Araújo. **Nanocápsulas: preparação, caracterização e marcação com tecnécio-99m para estudos de biodistribuição em glândula mamária bovina.** Início: 2012. Tese.

Leonardo Lima Fuscaldi. **Emprego do peptídeo 99mTc-Hynic-Ala- Bombesina (1-7) na identificação de tumor de próstata da linhagem LNCaP em modelo experimental.** 2012. Dissertação.

André Luis Branco de Barros. **Emprego do peptídeo bombesina radiomarcado com tecnécio livre e encapsulado em lipossomas pH sensíveis de longa circulação na identificação de tumores de próstata e mama em modelos experimentais.** 2012. Tese

Luciene das Graças Mota. **Avaliação da Potencialidade do Tecnécio-99m-DTPA e do Tecnécio-99m-Fitato de Sódio, livres e encapsulados em lipossomas, na identificação de processos inflamatórios iossomas pH sensíveis de longa circulação radiomarcados com 99mtecnécio na identificação de focos inflamatórios/infecciosos em modelos experimentais.** 2011. Tese

Dr. Fabio Luiz N. Marques – FMUSP

Alyne Eloise Lafratta. **Preparo e avaliação dos complexos de derivados de tiossemicarbazonas com (67/68Ga)gálio, (99mTc)tecnécio e (111In)índio, como potenciais agentes para detecção de tumores.** Início: 2013. Dissertação.

Danilo Matos Carvalho. **Preparo, análise físico-químicas e avaliação da captação de $[[99mTc](BzNC_2NC_2NBz)(CO)_3]^+$ em cultura de miócitos cardíacos.** 2012. Monografia.

Monick Junho do Amaral Evangelista. **Avaliação de radiofármacos com $[[99mTc]Glucarato]-E$ (18F)FAZA na determinação de hipóxia em células e tumores de melanoma Murino B16F10.** Início: 2010. Dissertação

Carolina Portela Luz. **Preparação, Caracterização e utilização dos radiofármacos (18F)FAZA e $[[99mTc](O)2HL91]$ para detecção de hipóxia em cultura de células e em tumores, em modelo animal.** Início: 2010. Dissertação

Adriano Radin. **Preparo e avaliação de complexos de $[99mTc]$ tecnécio aquacarbonil contendo ligantes 1,2-diaminoetano-N-substituídos para detecção de tumores.** 2010. Dissertação

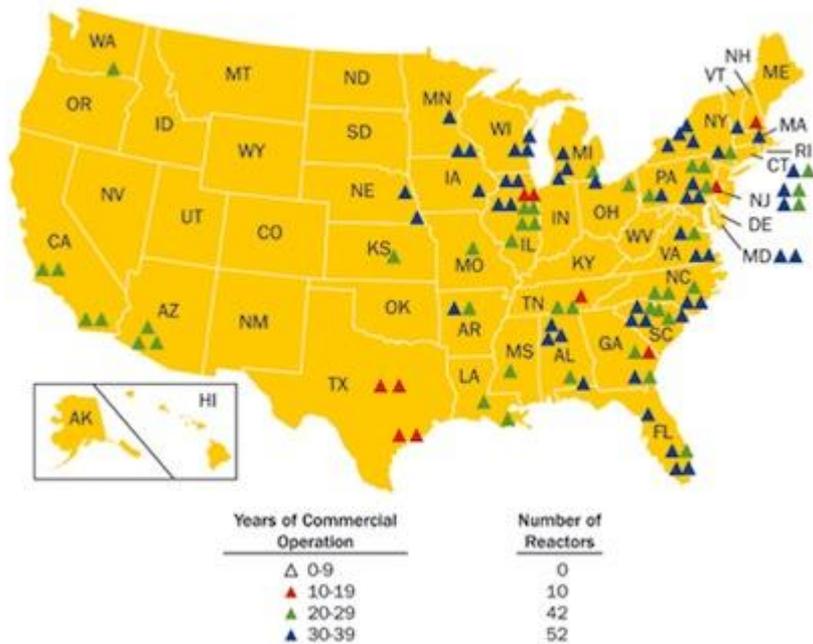
Número de profissionais envolvidos
2013



Sustentabilidade e inovação
Futuro



U.S. Commercial Nuclear Power Reactors—Years of Operation



Source: U.S. Nuclear Regulatory Commission

U.S. Nuclear Research and Test Reactors



Source: U.S. Nuclear Regulatory Commission

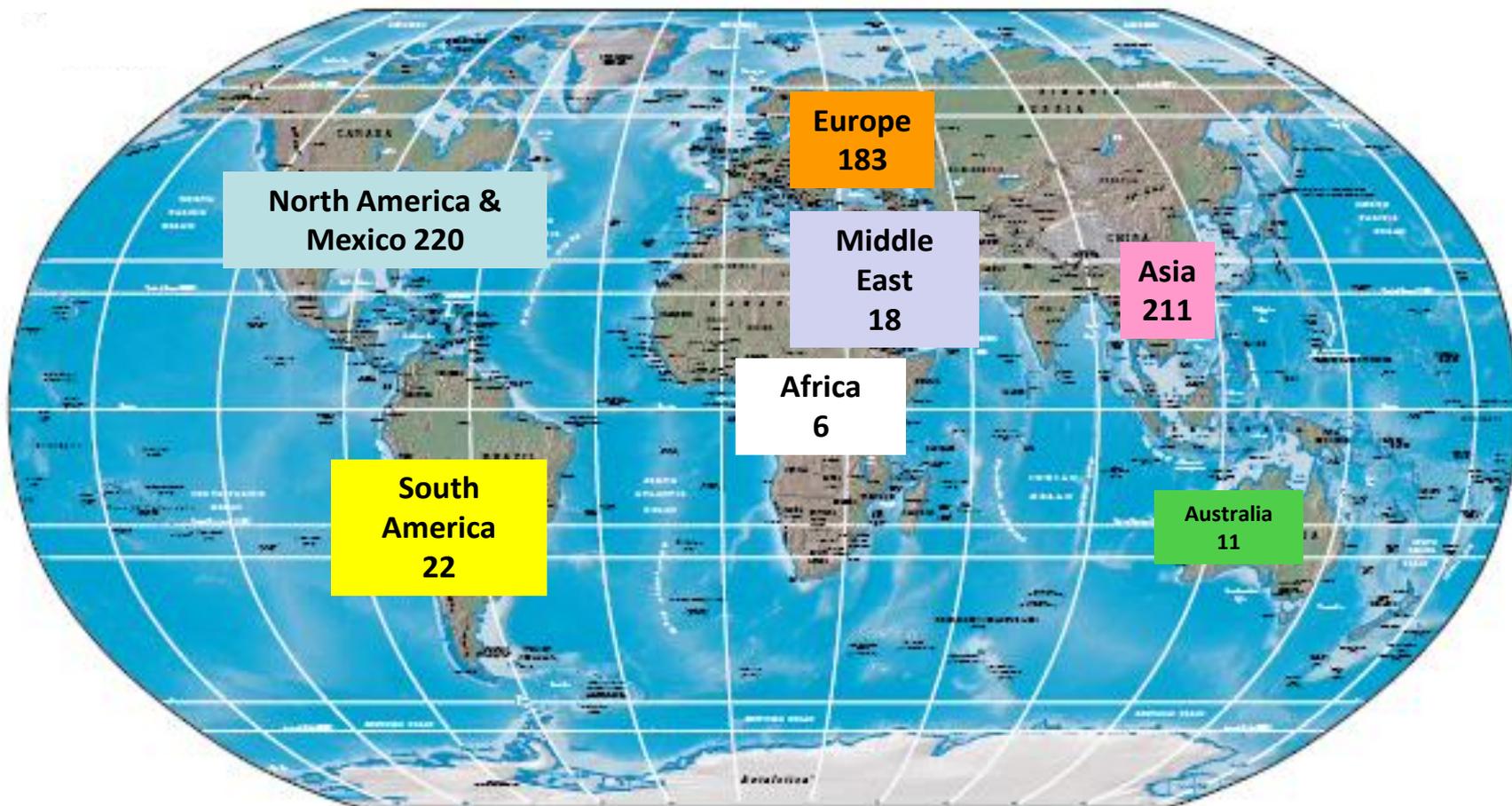


Fig.1.1. Distribution of cyclotrons for production of PET tracers
(based on inputs from four major cyclotron manufacturers)

RADIOFARMÁCIA HOSPITALAR

Ainda que regionalizado, existem no Brasil cursos em modalidades e quantidade suficientes para atender a demanda por profissionais nas áreas de radiofarmácia hospitalar na região sul/sudeste, mas precisa ser expandido para a região nordeste

A maioria dos coordenadores dos cursos são pessoas com formação e conhecimento específicos na área, o que deve garantir qualidade aos cursos

Seria necessário um exame nacional (CNEN, INAC, SBBN) para certificar o aluno????

Uma maior atenção deve ser dada aos cursos de graduação em farmácia, para permitir que os jovens conheçam esta área de atuação do farmacêutico.

Do mesmo modo, incentivar a participação de químicos nesta área.

PESQUISA EM RADIOFARMÁCIA

As pesquisas atuais apresentam caráter tecnológico, buscando atender uma demanda por radiofármacos rotineiramente utilizados fora do Brasil, ou de caráter biológico, com aplicação de radiofármacos conhecidos para avaliação de doenças

Incrementar projetos de pesquisa em colaboração com departamentos de química, principalmente na área de química orgânica ou medicinal para desenvolvimento de novos radiofármacos

Incentivar a criação de laboratórios de radioquímica ou radiofarmácia dentro de Universidades, aumentando o mercado de trabalho e diminuindo o risco da “co-sanguinidade”.



OBRIGADO



Dr. Fabio Luiz N. Marques
Laboratório de Radiofarmácia
Serviço de Medicina Nuclear (LIM 43) -
Instituto de Radiologia – HC-FMUSP
fabio.marques@hc.fm.usp.br