

Comissão Nacional
de Energia Nuclear

Visita Comissão Parlamentar ao IPEN/CNEN

21/10/2021

Visita Comissão Parlamentar ao IPEN/CNEN

21/10/2021

Marcelo Morales

Ministro de Estado Substituto/Secretário de Pesquisa e Formação Científica – MCTI

Paulo Pertusi

Presidente – Comissão Nacional de Energia Nuclear

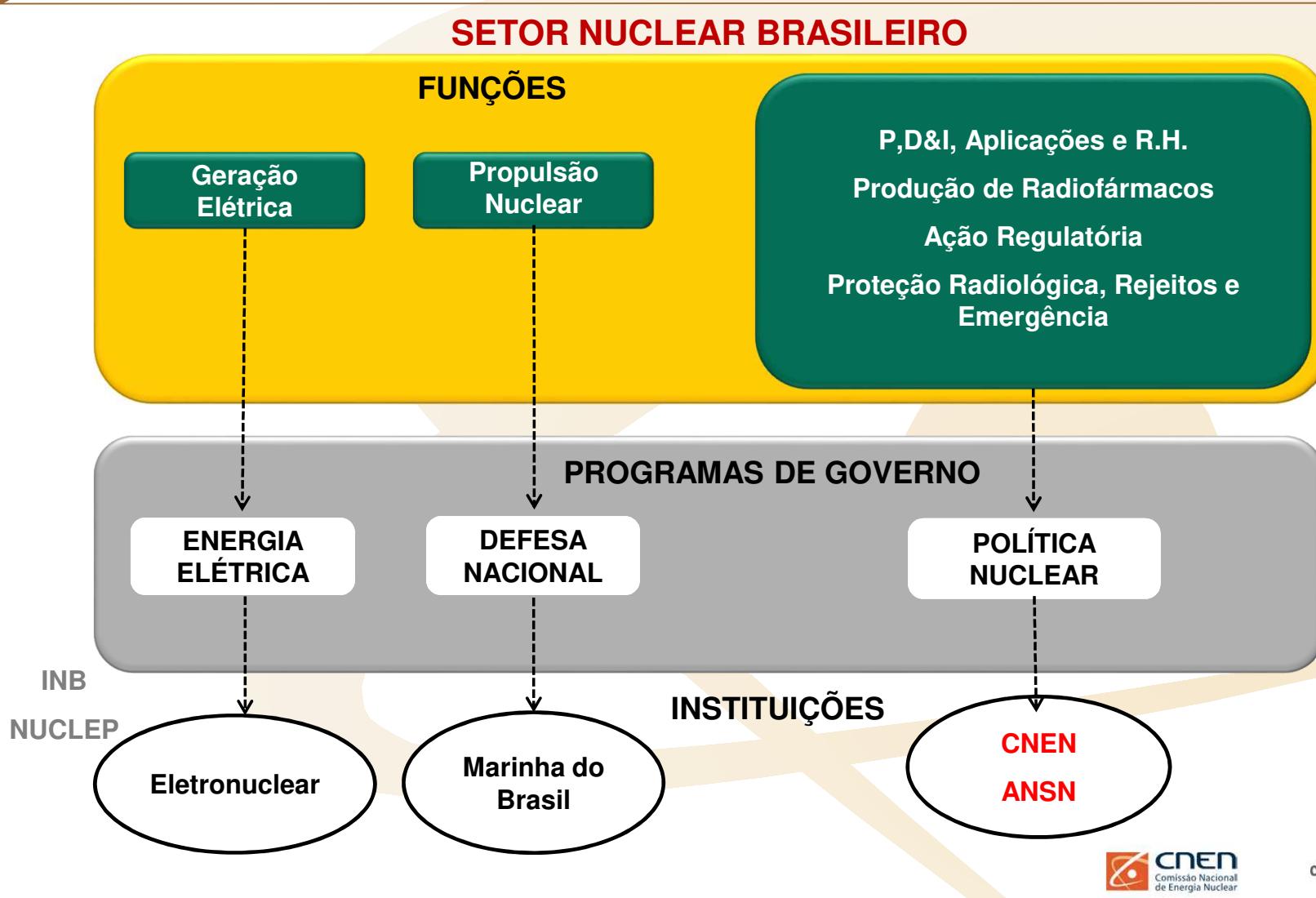
Madison Almeida

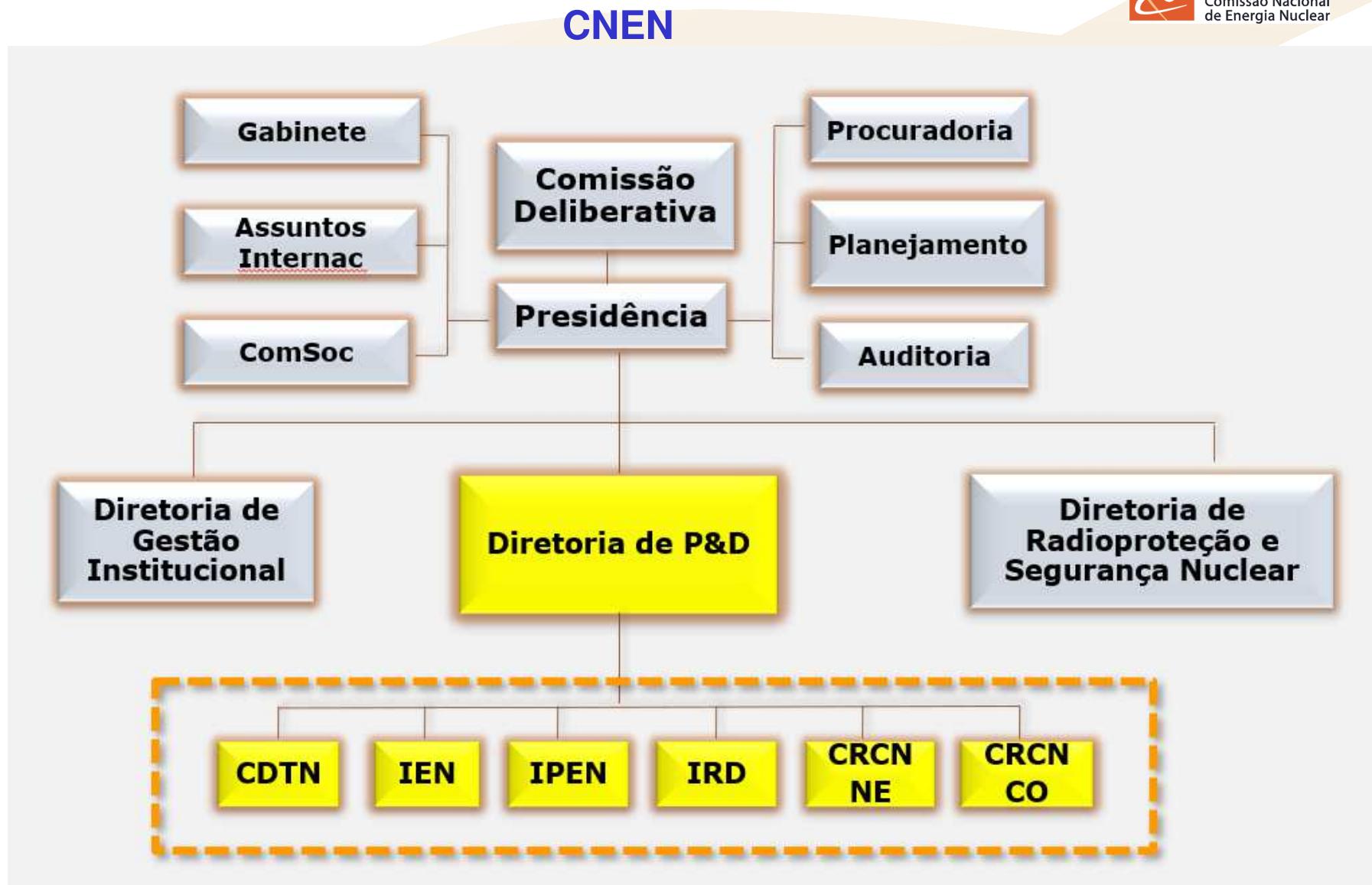
Diretor de P&D – Comissão Nacional de Energia Nuclear

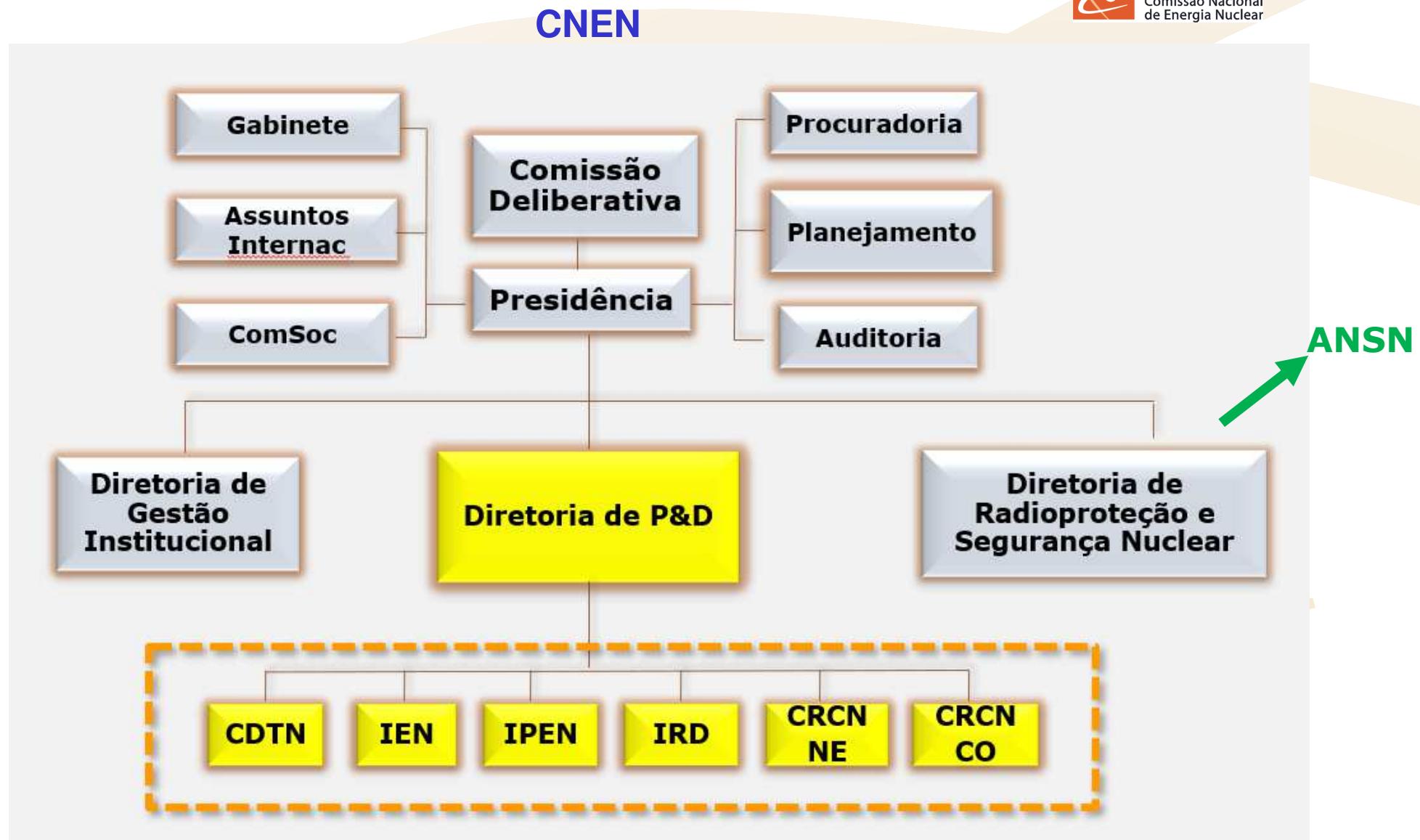
Wilson Calvo

Diretor do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

O SETOR NUCLEAR BRASILEIRO

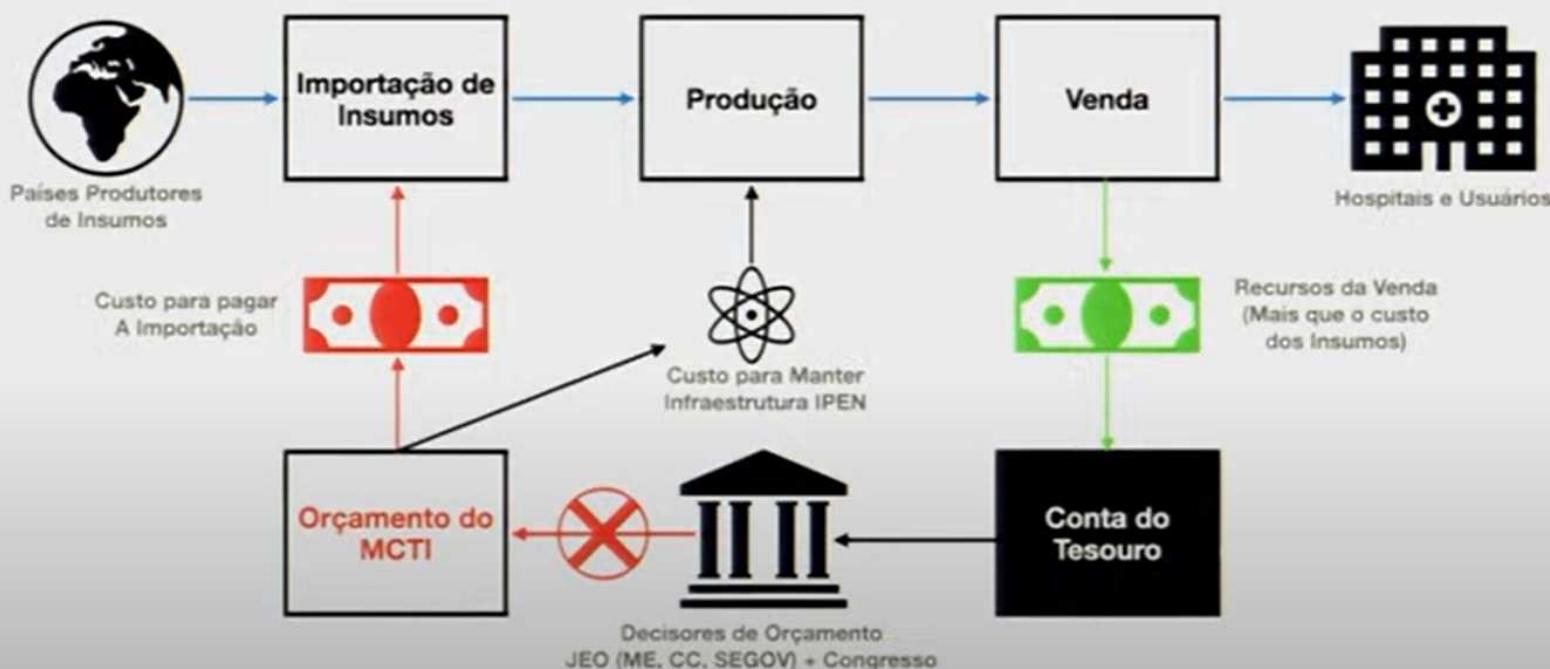








O Processo de Produção de Radiofármacos



ANSWER

Reproduzir na TV



Comissão Nacional
de Energia Nuclear

**Radiofármacos: diagnosticam – curam/aplicados ao
câncer e outras patologias**

Apelo econômico de produção de radiofármacos

“Brasil continental”



Comissão Nacional
de Energia Nuclear

**Radiofármacos: diagnosticam – curam/aplicados ao
câncer e outras patologias**

Apelo econômico de produção de radiofármacos

“Brasil continental”

EC nº 49/2006: permitiu a produção/comercialização
privada de radiofármacos de meia vida inferior a duas
horas.

Ampliação/modernização do parque produtivo – CNEN

Enfrentamento sistêmico ao câncer

- **Quimioterapia.** A quimioterapia usa medicamentos que são administrados por via intravenosa ou por via oral. Esses medicamentos entram na corrente sanguínea e atingem todas as áreas do corpo, tornando este tratamento potencialmente útil para cânceres que se disseminaram para órgãos distantes (metástases). Muitas vezes, pode reduzir o tamanho dos tumores, o que pode diminuir a dor melhorando a qualidade de vida do paciente. Às vezes, é usada junto com tratamentos locais, como a radioterapia.
- **Radioterapia.** A radioterapia envolve a exposição do paciente a feixes de alta potência de raios-x, visando ao tratamento localizado de diversas neoplasias, em forma de tumores.
- **Hormonioterapia.** Os hormonoterápicos reduzem os níveis hormonais e/ou bloqueiam as ações de determinados hormônios. Essa terapia é mais frequentemente usada no tratamento do câncer de mama e de próstata, podendo ser usada quando esses cânceres também se disseminaram para os ossos.

Enfrentamento sistêmico ao câncer

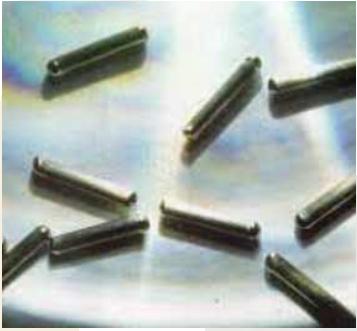
- **Quimioterapia.** A quimioterapia usa medicamentos que são administrados por via intravenosa ou por via oral. Esses medicamentos entram na corrente sanguínea e atingem todas as áreas do corpo, tornando este tratamento potencialmente útil para cânceres que se disseminaram para órgãos distantes (metástases). Muitas vezes, pode reduzir o tamanho dos tumores, o que pode diminuir a dor melhorando a qualidade de vida do paciente. Às vezes, é usada junto com tratamentos locais, como a radioterapia.
- **Radioterapia.** A radioterapia envolve a exposição do paciente a feixes de alta potência de raios-x, visando ao tratamento localizado de diversas neoplasias, em forma de tumores.
- **Hormonioterapia.** Os hormonoterápicos reduzem os níveis hormonais e/ou bloqueiam as ações de determinados hormônios. Essa terapia é mais frequentemente usada no tratamento do câncer de mama e de próstata, podendo ser usada quando esses cânceres também se disseminaram para os ossos.
- **Terapia-alvo.** A terapia-alvo é um tipo de tratamento contra o câncer que usa drogas para atacar especificamente as células cancerígenas, provocando pouco dano às células normais. As terapias-alvo agem de forma diferente dos quimioterápicos e são menos tóxicas para as células normais, de modo que seus efeitos colaterais não são tão intensos como os observados com os quimioterápicos padrão. Elas podem ser usadas isoladamente ou em conjunto com outros tratamentos para casos de metástases ósseas.
- **Imunoterapia.** É um tipo de terapia sistêmica que usa medicamentos que estimulam o sistema imunológico a destruir as células cancerígenas de forma eficaz. A imunoterapia pode ser usada para no tratamento das metástases ósseas.
- **Radiofármacos.** Os radiofármacos são medicamentos que contêm elementos radioativos. Eles são administrados via intravenosa e se estabelecem nas áreas dos ossos com doença ativa. A radiação emitida localmente destrói as células cancerígenas.

Fonte: Oncoguia, 2021

Enfrentamento sistêmico ao câncer

- **Quimioterapia.** A quimioterapia usa medicamentos que são administrados por via intravenosa ou por via oral. Esses medicamentos entram na corrente sanguínea e atingem todas as áreas do corpo, tornando este tratamento potencialmente útil para cânceres que se disseminaram para órgãos distantes (metástases). Muitas vezes, pode reduzir o tamanho dos tumores, o que pode diminuir a dor melhorando a qualidade de vida do paciente. Às vezes, é usada junto com tratamentos locais, como a radioterapia.
- **Radioterapia.** A radioterapia envolve a exposição do paciente a feixes de alta potência de raios-x, visando ao tratamento localizado de diversas neoplasias, em forma de tumores.
- **Hormonioterapia.** Os hormonoterápicos reduzem os níveis hormonais e/ou bloqueiam as ações de determinados hormônios. Essa terapia é mais frequentemente usada no tratamento do câncer de mama e de próstata, podendo ser usada quando esses cânceres também se disseminaram para os ossos.
- **Terapia-alvo.** A terapia-alvo é um tipo de tratamento contra o câncer que usa drogas para atacar especificamente as células cancerígenas, provocando pouco dano às células normais. As terapias-alvo agem de forma diferente dos quimioterápicos e são menos tóxicas para as células normais, de modo que seus efeitos colaterais não são tão intensos como os observados com os quimioterápicos padrão. Elas podem ser usadas isoladamente ou em conjunto com outros tratamentos para casos de metástases ósseas.
- **Imunoterapia.** É um tipo de terapia sistêmica que usa medicamentos que estimulam o sistema imunológico a destruir as células cancerígenas de forma eficaz. A imunoterapia pode ser usada para no tratamento das metástases ósseas.
- **Radiofármacos.** Os radiofármacos são medicamentos que contêm elementos radioativos. Eles são administrados via intravenosa e se estabelecem nas áreas dos ossos com doença ativa. A radiação emitida localmente destrói as células cancerígenas.

Fonte: Oncoguia, 2021



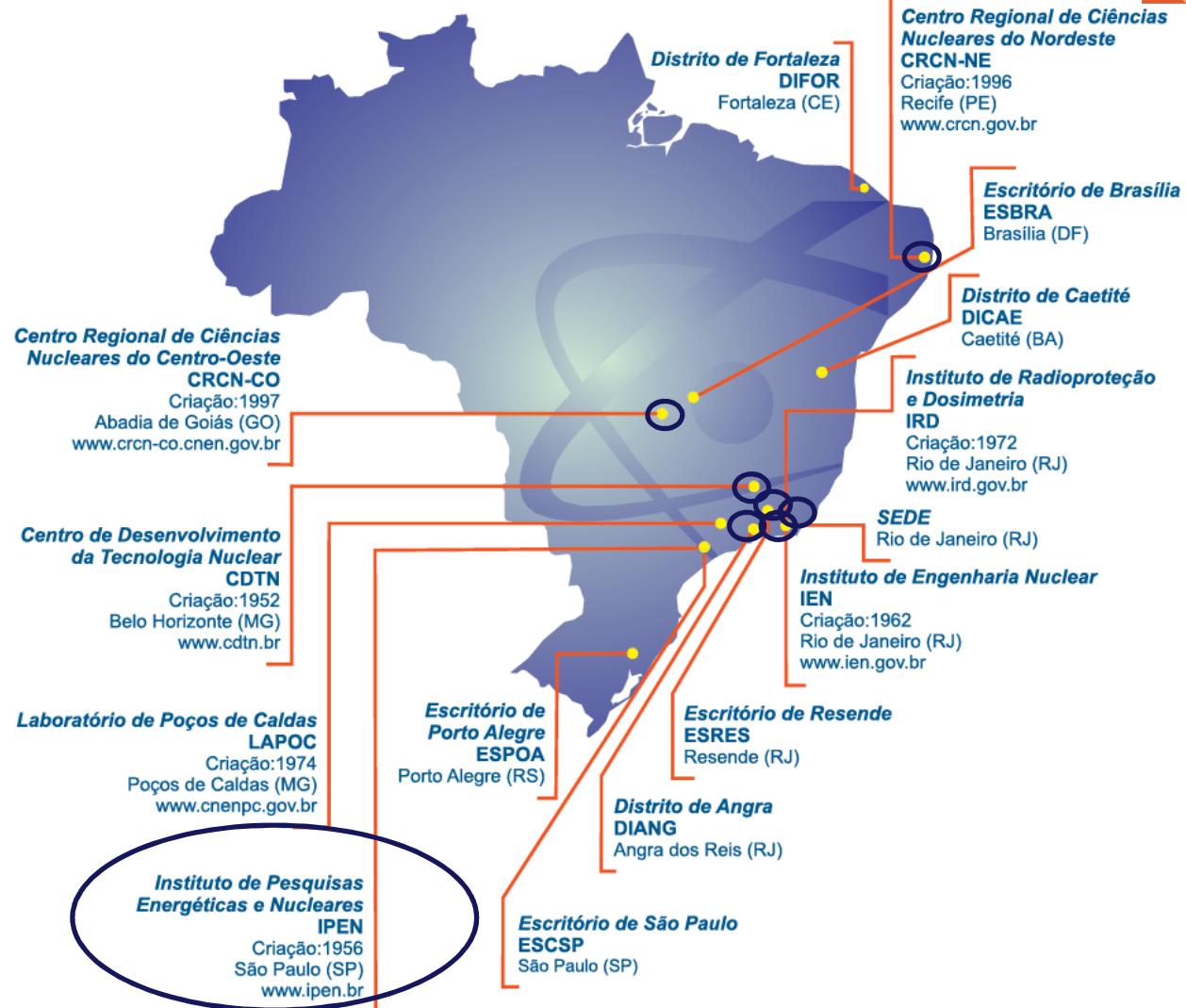
PESQUISA/APLICAÇÕES NA ÁREA NUCLEAR

- Saúde
- Indústria
- Agricultura/Pecuária
- Meio ambiente
- Mineração
- Propulsão Naval
- Geração de Energia Elétrica

PESQUISA/APLICAÇÕES NA ÁREA NUCLEAR

- **Saúde**
- **Indústria**
- **Agricultura/Pecuária**
- **Meio ambiente**
- **Mineração**
- **Propulsão Naval**
- **Geração de Energia Elétrica**

UNIDADES TÉCNICO-CIENTÍFICAS CNEN



UNIDADES TÉCNICO-CIENTÍFICAS CNEN



IPEN/CNEN (São Paulo)



IEN/CNEN (Rio de Janeiro)



CDTN/CNEN (Belo Horizonte)



*IRD/CNEN
(Rio de Janeiro)*



*CRCN-NE/CNEN
(Recife)*



*CRCN-CO/CNEN
(Abadia de Goiás)*

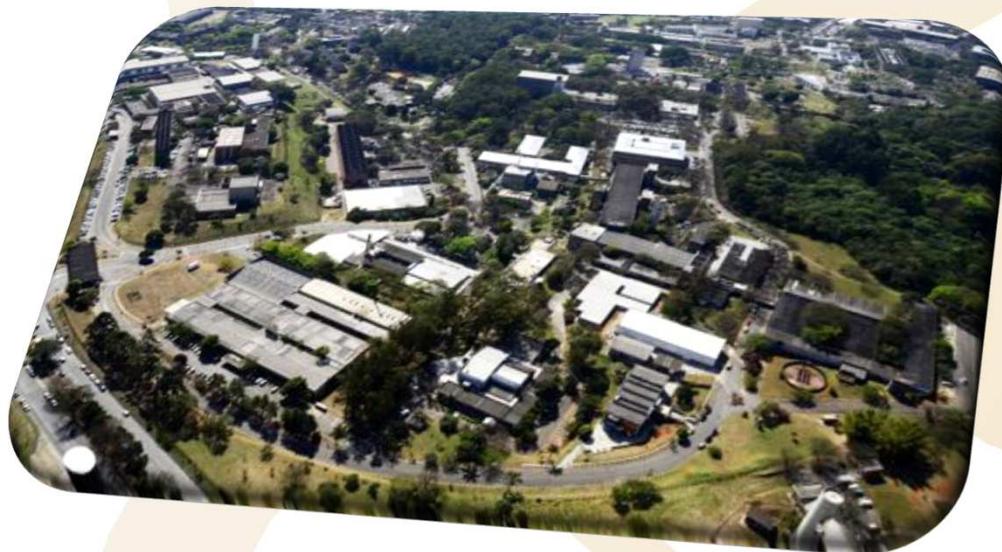


*LAPOC/CNEN
(Poços de
Caldas)*



UNIDADES TÉCNICOS-CIENTÍFICAS

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES – IPEN São Paulo - SP



Localização: Campus da USP



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INovações



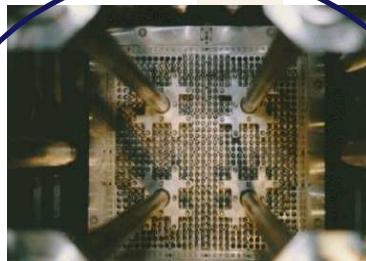
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/CNEN)





Instalações Nucleares

✓ 4 REATORES NUCLEARES DE PESQUISA:



IPEN/MB-01 - 100 W



IEN/Argonauta - 500 W



CDTN/TRIGA - 100 kW



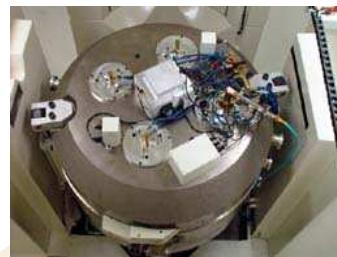
IPEN/IEA-R1 – 5 MW



Instalações Radioativas

✓ **Cíclotrons**

- Siemens (11 MeV)
- IBA (18/9 MeV, 30 MeV) 
- TCC (24 MeV)
- GE (18 MeV)



Siemens - 11 MeV



IBA - 30 MeV

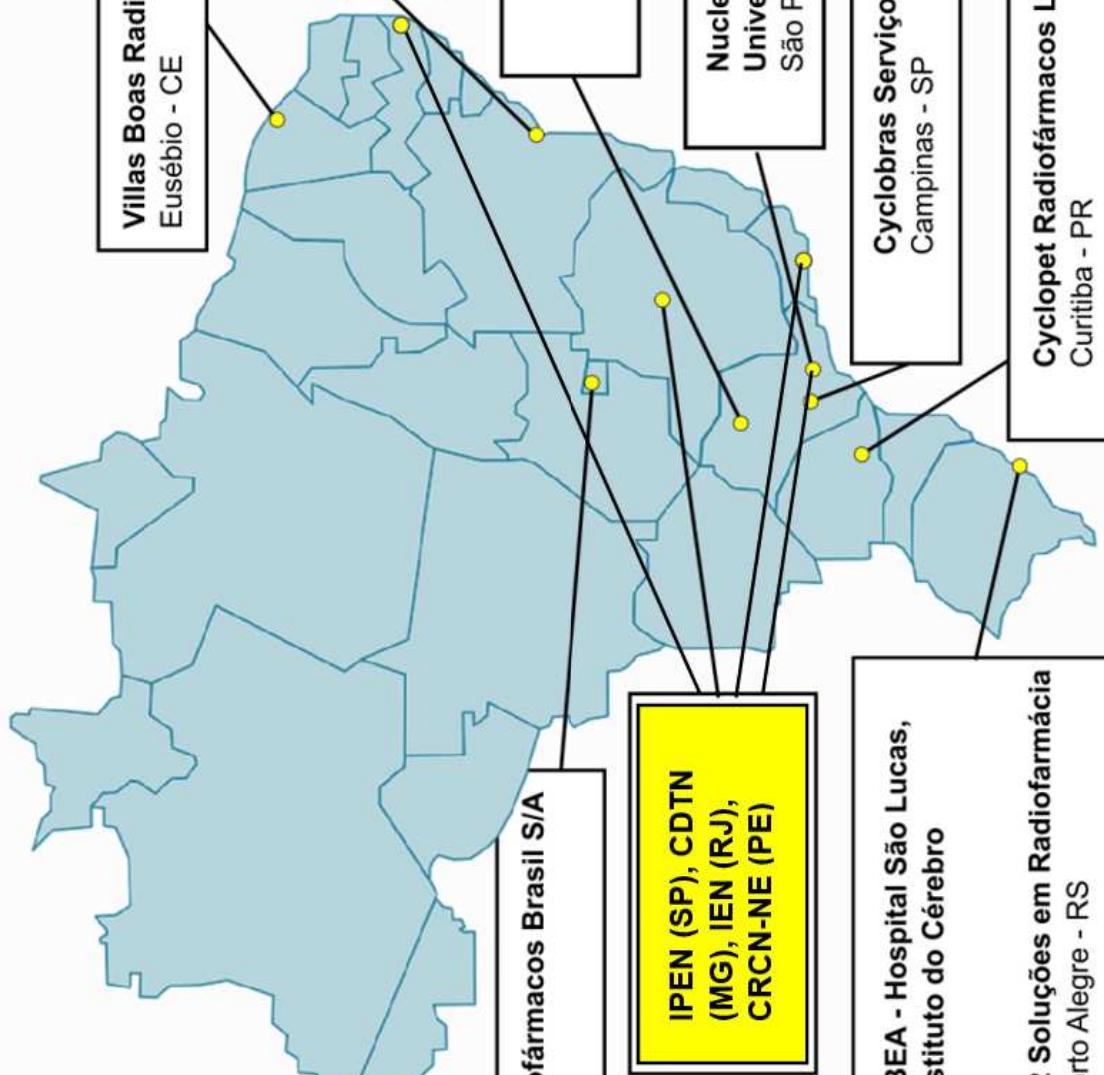
✓ **Irradiadores**

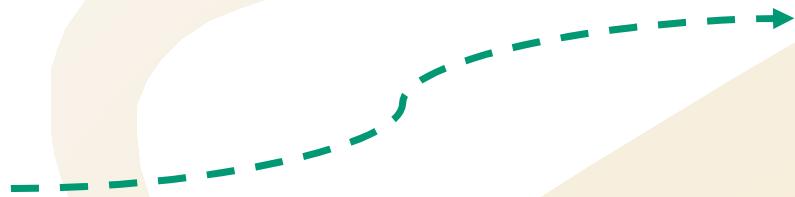
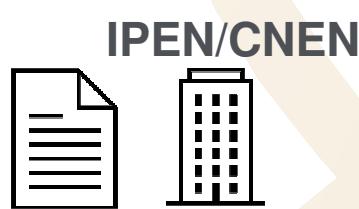
- Multipurpose (2 MCi)
- Gamacell (12 kCi)
- Panoramic (5 kCi, 60 kCi)



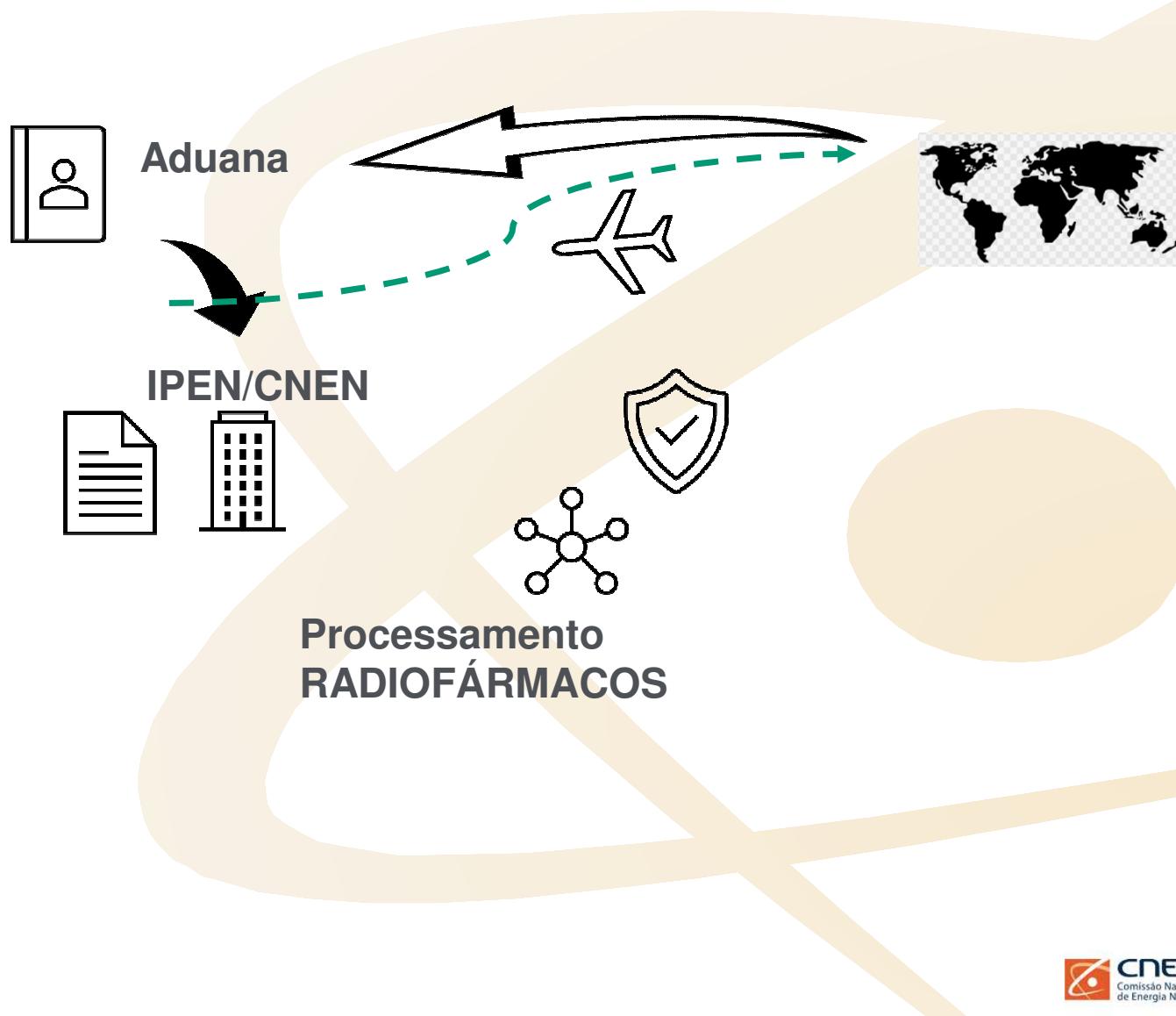
✓ **Aceleradores de Elétrons**

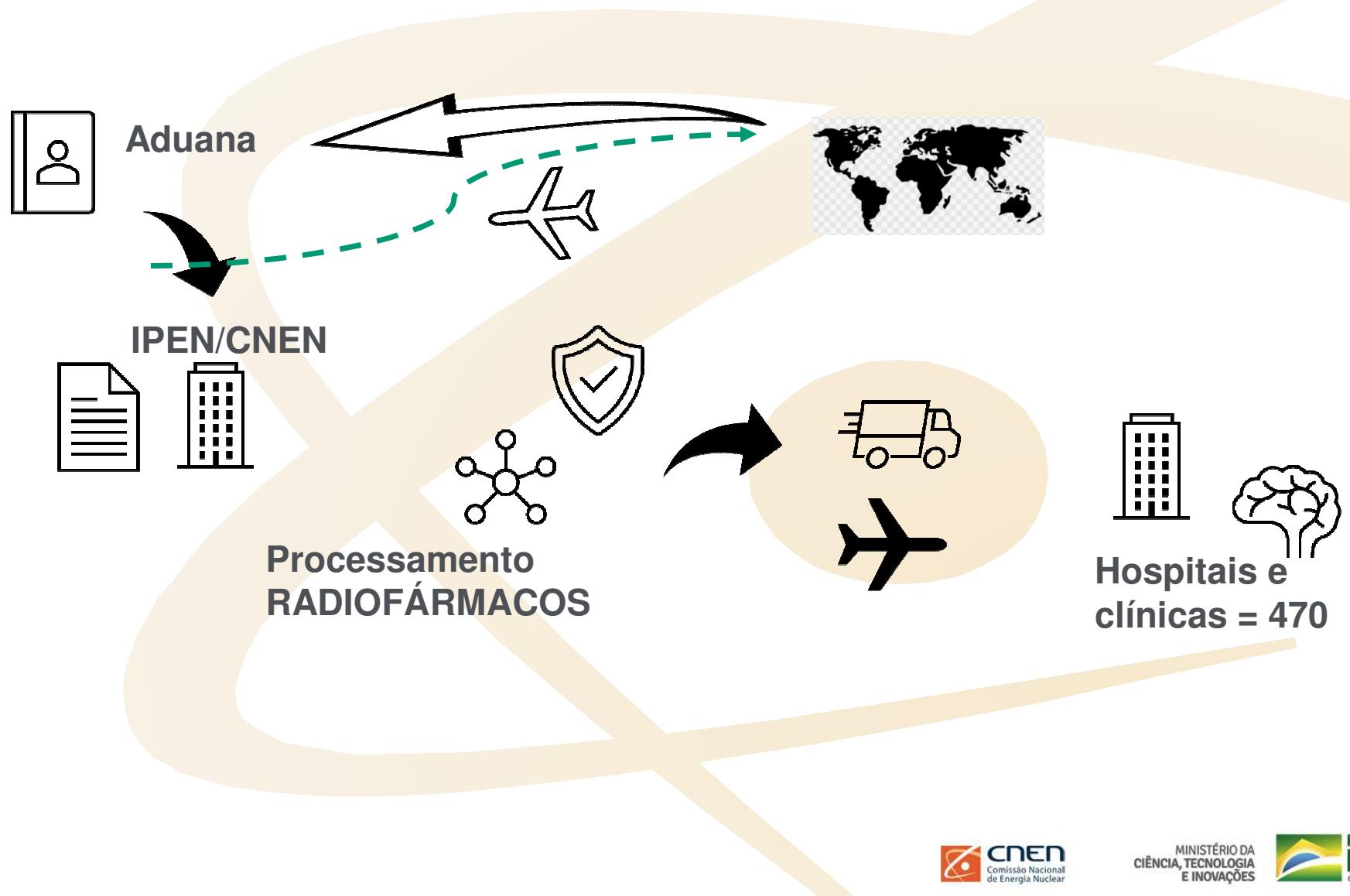


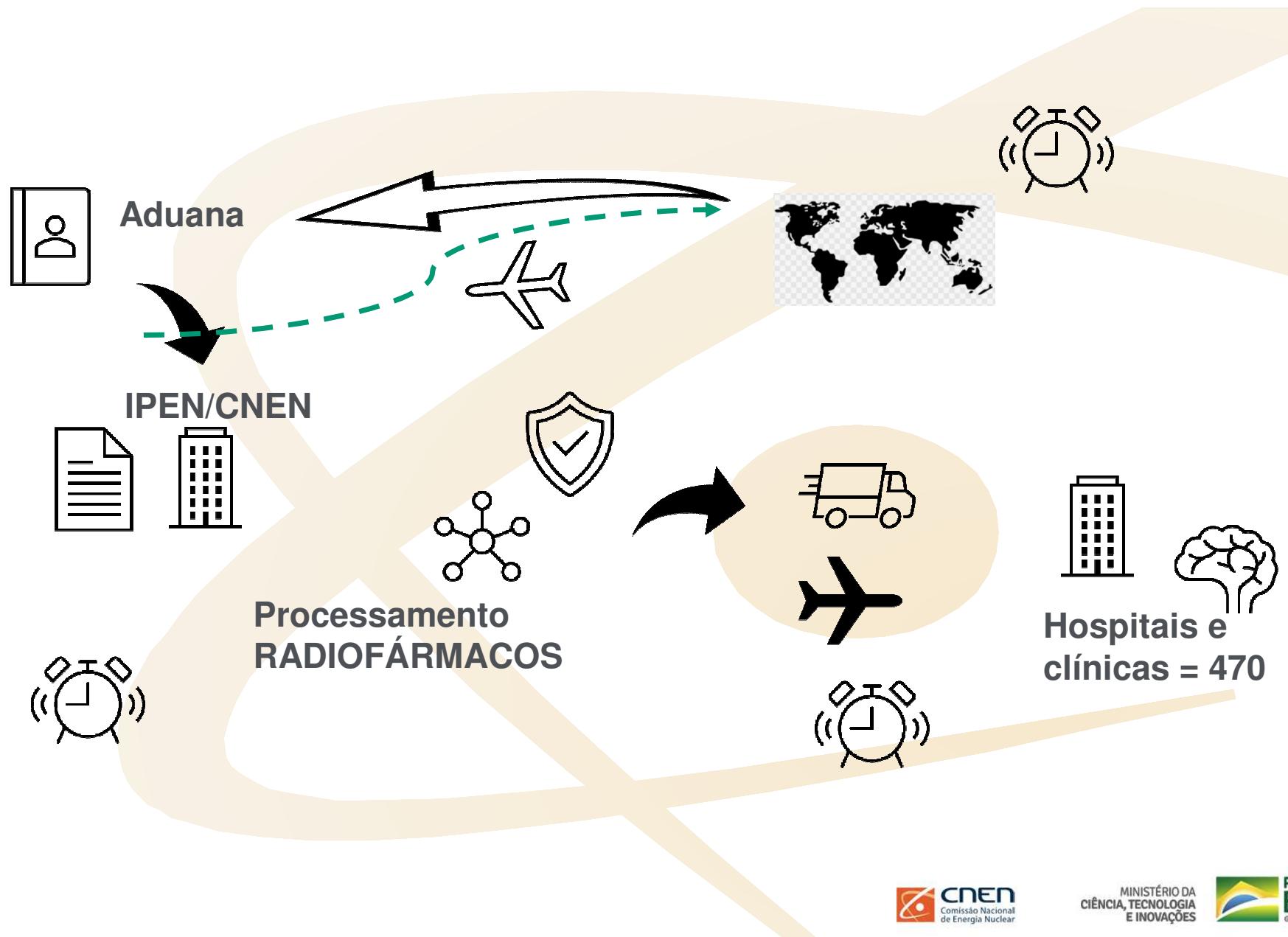


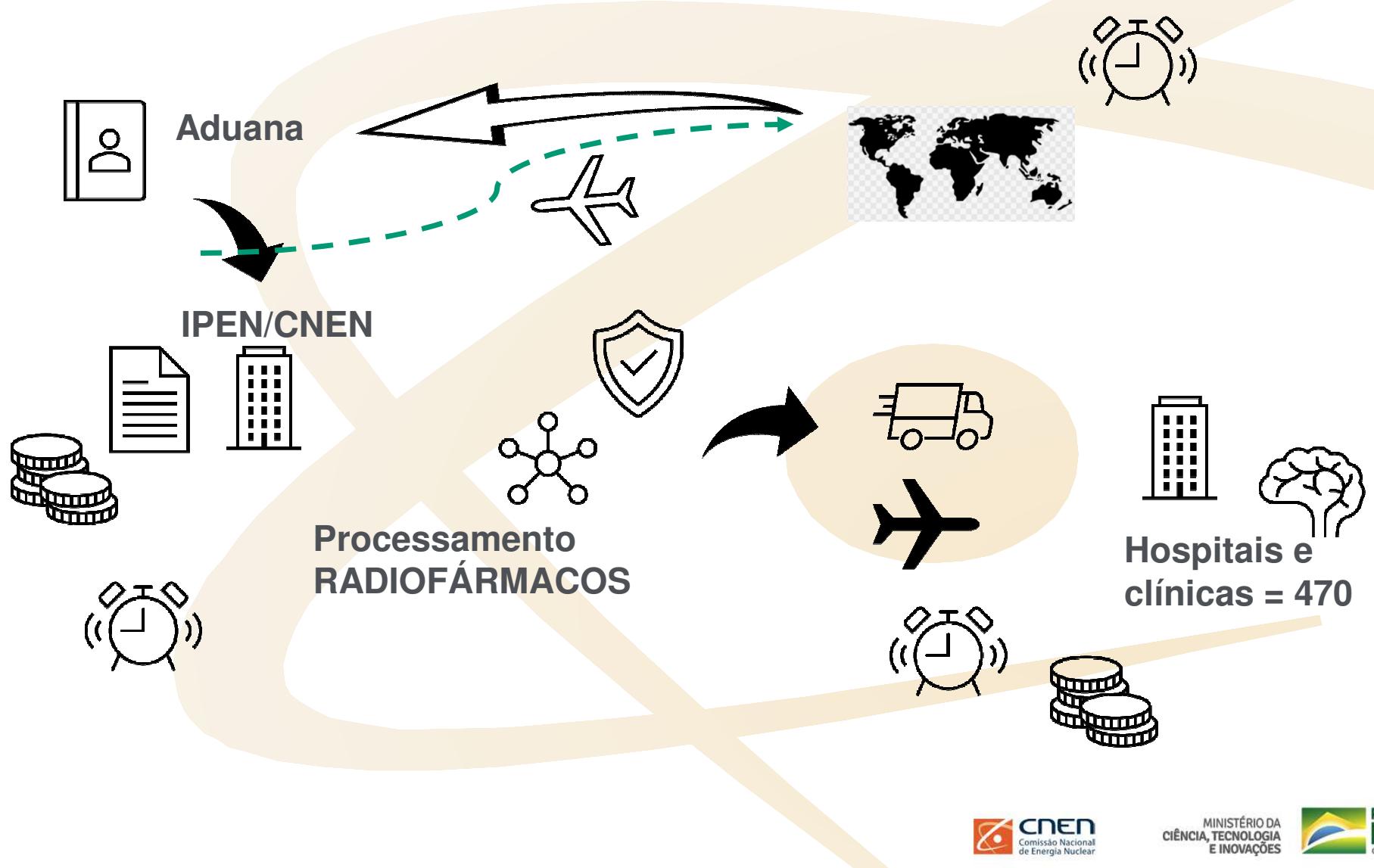








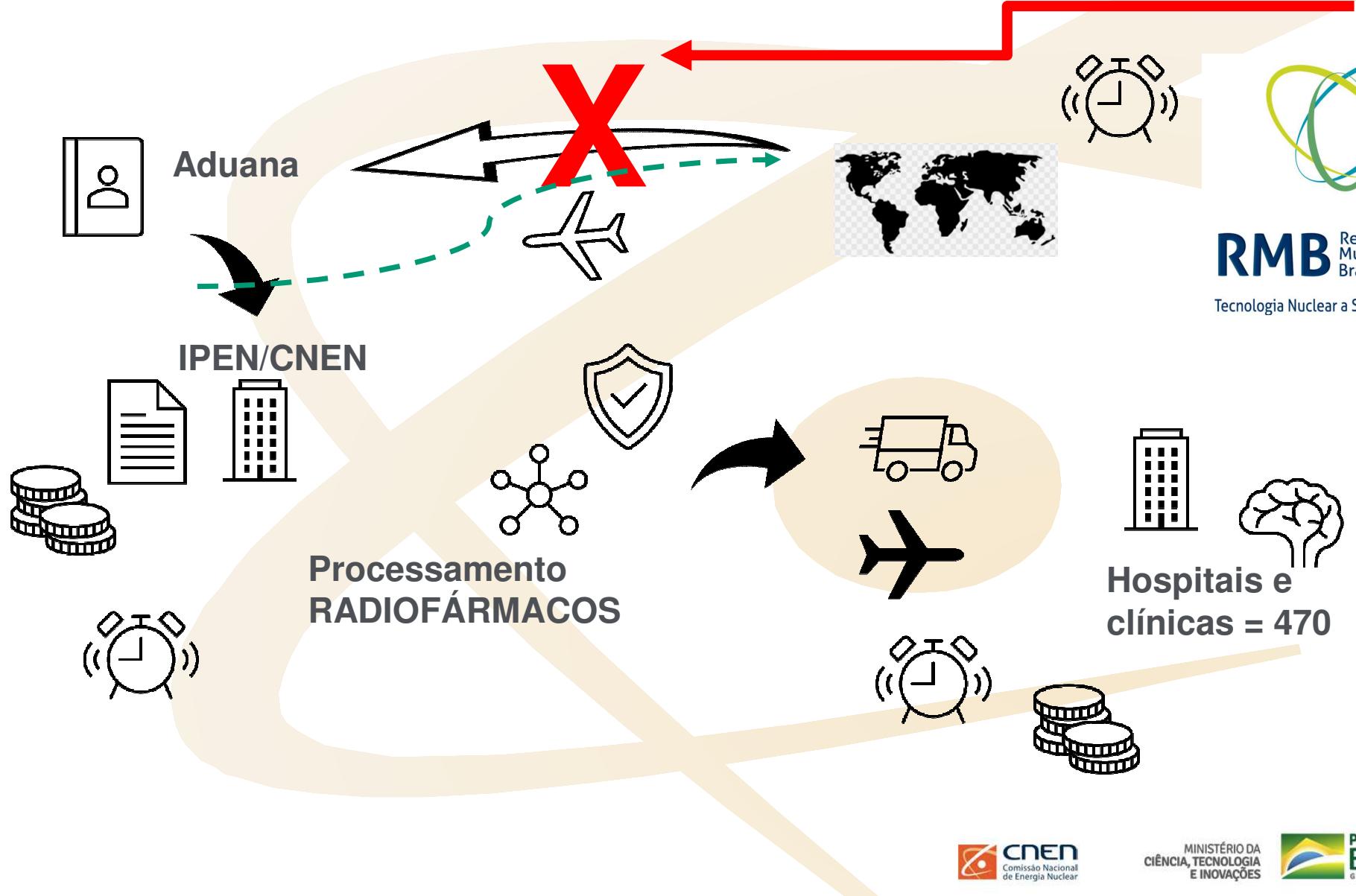






RMB Reator
Multipropósito
Brasileiro

Tecnologia Nuclear a Serviço da Vida



²¹³ bismuth	⁵⁹ iron	¹⁵³ samarium
¹³¹ caesium	²¹² lead	⁷⁵ selenium
¹³⁷ caesium	¹⁷⁷ lutetium	²⁴ sodium
⁵¹ chromium	⁹⁹ molybdenum	⁸⁹ strontium
⁶⁰ cobalt-60	¹⁰³ palladium	^{99m} technetium
¹⁶⁵ dysprosium	³² phosphorus	²²⁷ thorium
¹⁶⁹ erbium	⁴² potassium	¹³³ xenon
¹⁶⁶ holmium	²²³ radium	¹⁶⁹ ytterbium
¹³¹ iodine	¹⁸⁶ rhenium	¹⁷⁷ ytterbium
¹⁹² iridium	¹⁸⁸ rhenium	⁹⁰ yttrium

OBTIDOS A PARTIR DE REATORES DE PESQUISA

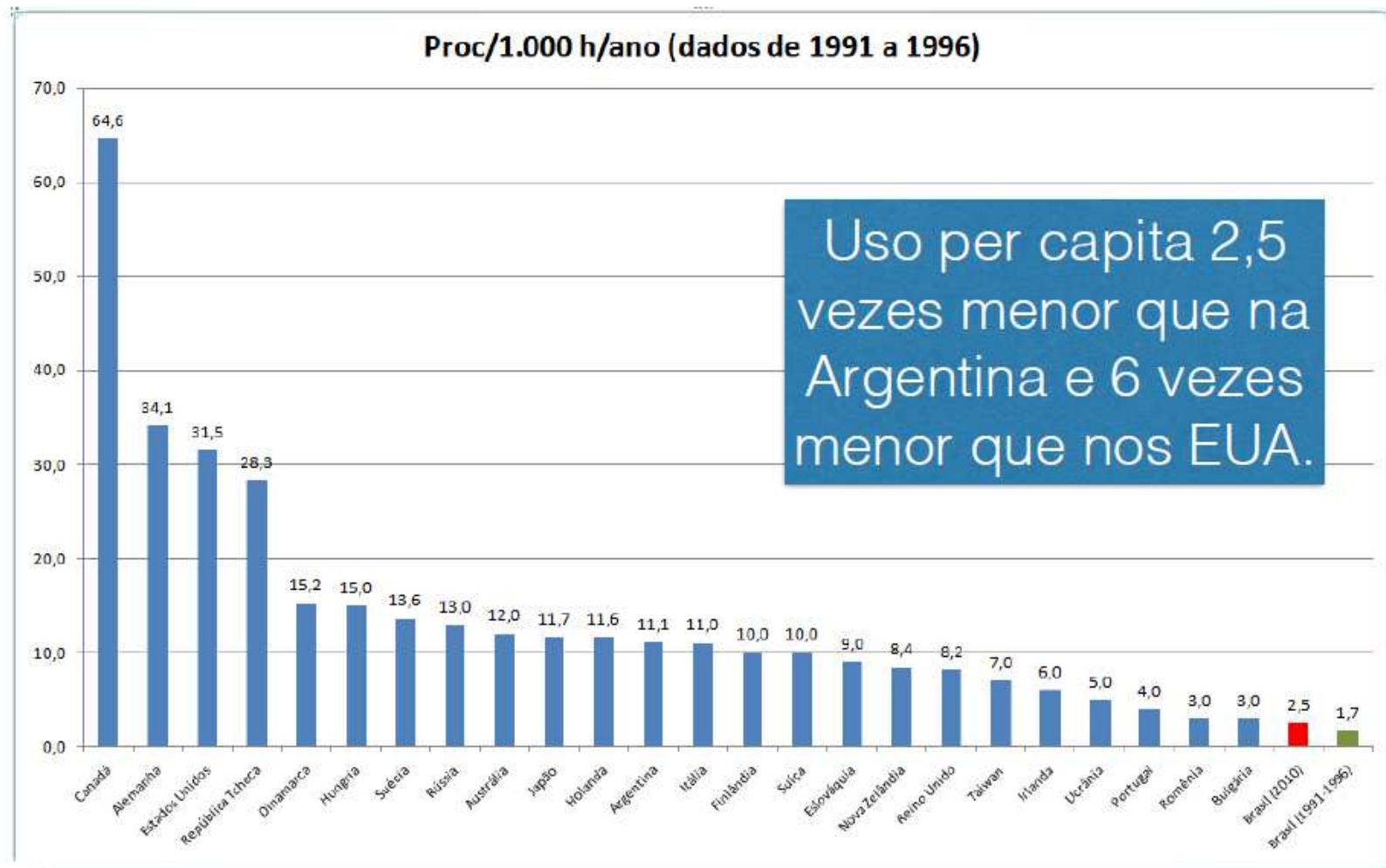


OBTIDOS A PARTIR DE CÍCLOTRONS



²²⁵ actinium	⁶⁷ copper
²¹¹ astatine	⁶⁷ gallium
²¹³ bismuth	¹²⁷ xenon
¹¹ carbon	¹¹¹ indium
¹³ nitrogen	¹²³ iodine
¹⁵ oxygen	¹²⁴ iodine
¹⁸ fluorine	^{81m} krypton
⁵⁷ cobalt	⁸² rubidium
⁶⁴ copper	²⁰¹ thallium

Procedimentos de Medicina Nuclear em Diversos Países



Os exames e tratamentos realizados abrangem as mais diversas especialidades, tais como: oncologia, neurologia, cardiologia, endocrinologia, nefrologia, e outras, tanto para tratamento quanto para diagnóstico, mas também para a realização de intervenções cirúrgicas.





Fonte: PUJATTI, 2015



1/4 E 1/5 = RELAÇÃO SUS/Med Supl

O Brasil depende da importação de seus insumos (radioisótopos) para a produção de radiofármacos. São importados diversos radioisótopos: **Mo-99, I-131, Cr-51, Ga-68, Tl-201, Lu-177, In-111, I-125, Ir-192**.

Blindagens

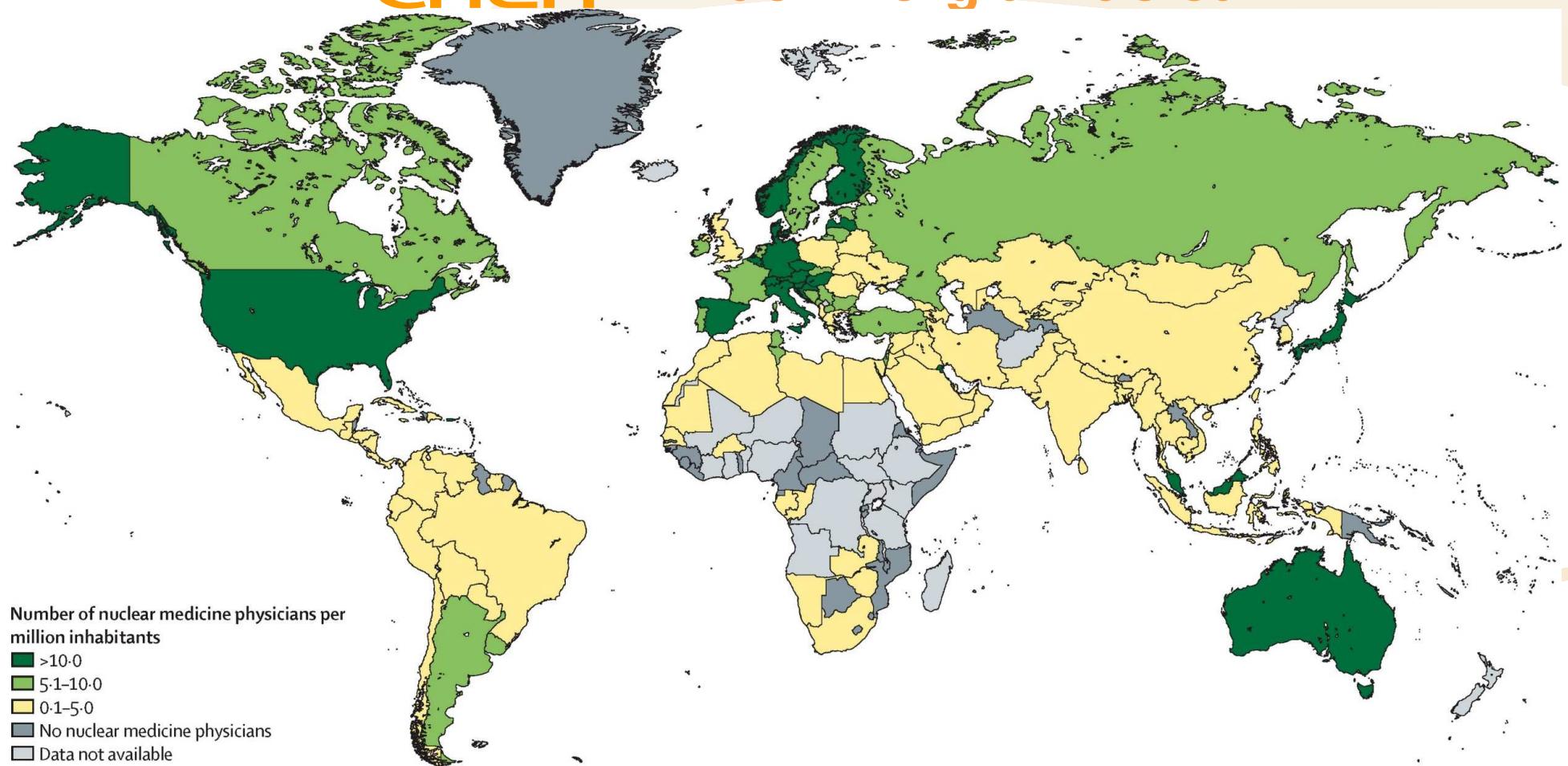


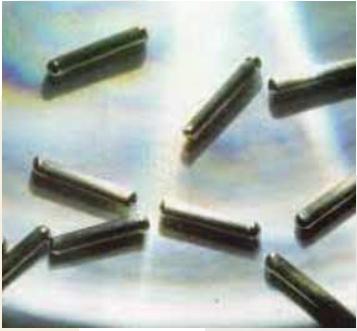
- Novas pesquisas; teranósticos
- Medicina Nuclear – formação de pessoal; novas clínicas; repasse tabela SUS

- Novas pesquisas; teranósticos
- Medicina Nuclear – formação de pessoal; novas clínicas; repasse tabela SUS
- Política de saúde
- Protonterapia



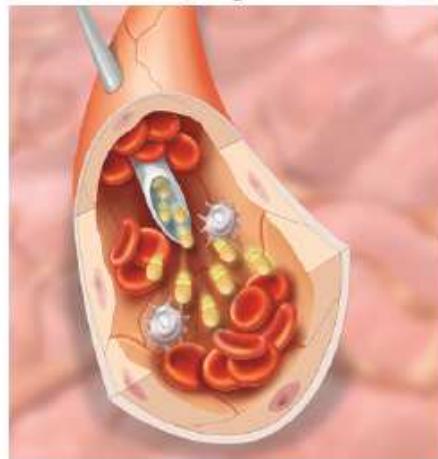
Comissão Nacional de Energia Nuclear



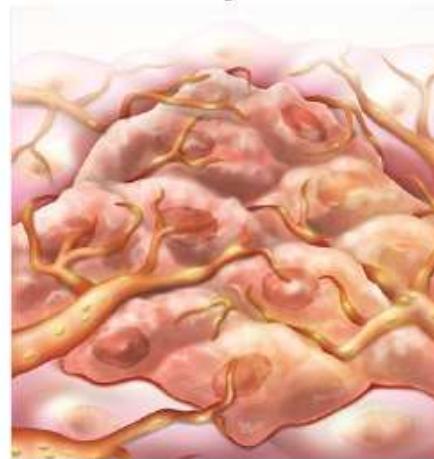


Mecanismo de ação do Dotatate-Lu177

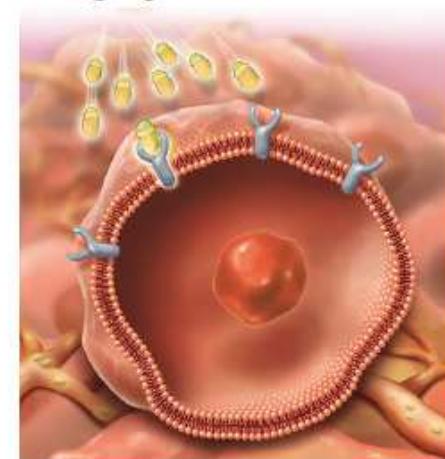
Injeção



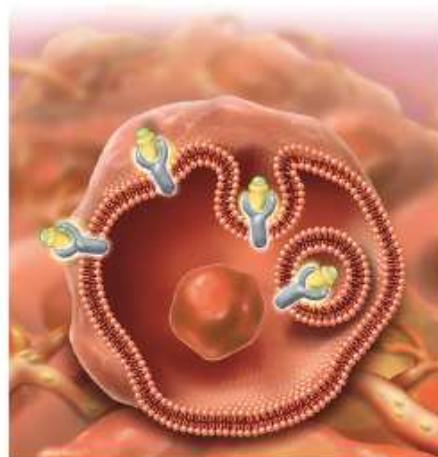
Concentração no TNE



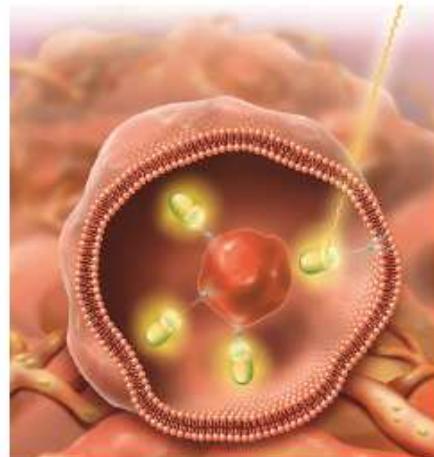
Ligaçāo no SSTR2



Internalização



Radiação entregue

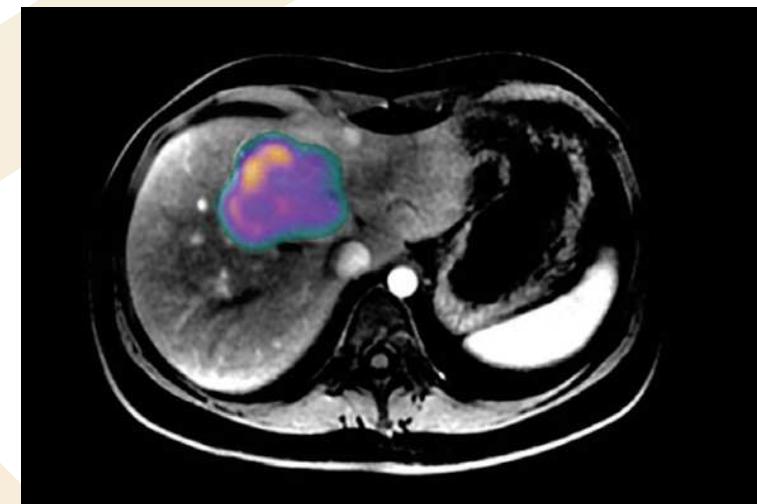


Morte celular

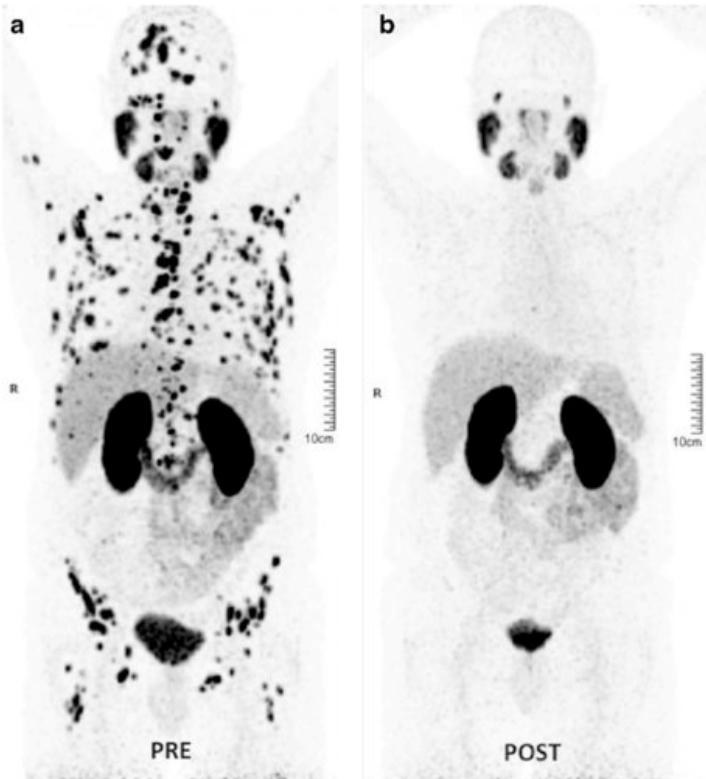


Presentation Presidential Session II of the 18th ECCO – 40th ESMO – European Cancer Congress 2015, 27 September 2015, abstract 6LBA, Vienna

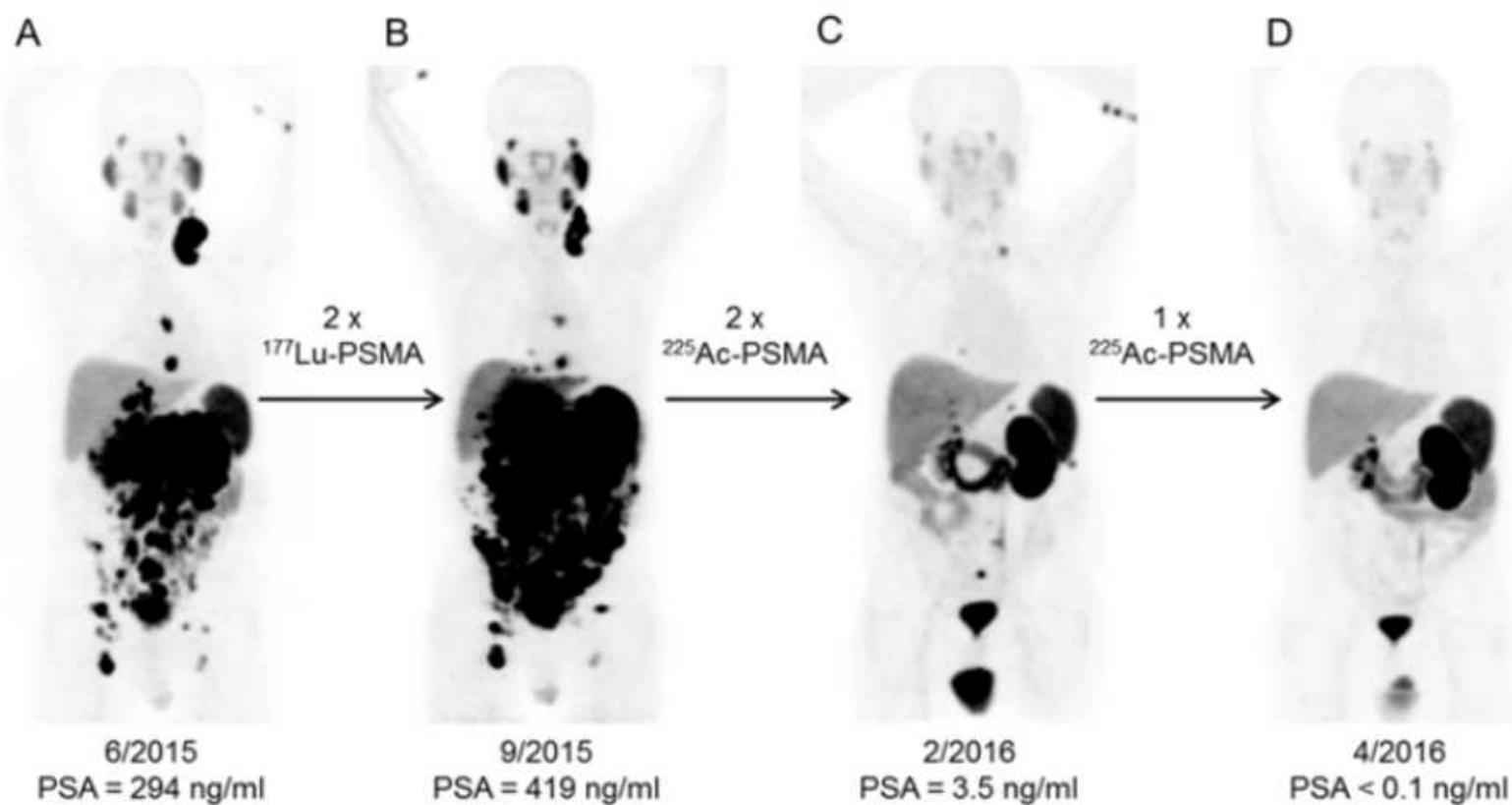
Cintilografia X PET



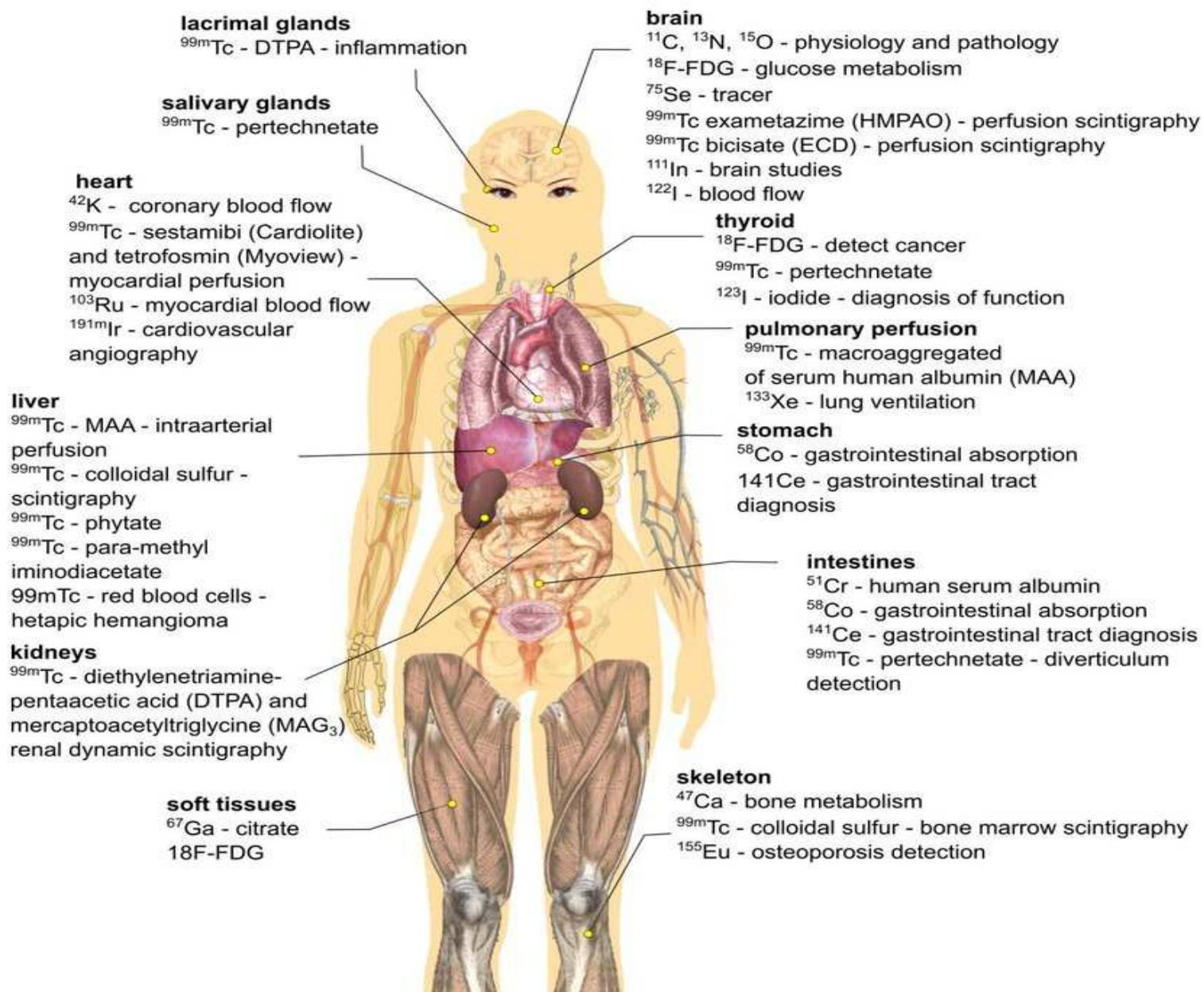
Fonte: Instituto “Vencer o câncer”



Lu-177; met cânc próst; 67 a. (GARCÍA-FIGUEIRAS, 2019)



Kratochwil et al. Ahead of print - J Nucl Med July 7, 2016



Em suma...

- **RADIOISÓTOPOS: principal insumo**
- **LOGÍSTICA:**
 - **IMPORTAÇÃO**
 - **PRODUÇÃO**
 - **DISTRIBUIÇÃO**

Em suma...

- **RADIOISÓTOPOS: principal insumo**
- **LOGÍSTICA:**
 - **IMPORTAÇÃO**
 - **PRODUÇÃO**
 - **DISTRIBUIÇÃO**
- **RECURSOS NACIONAIS**
- **CONTINGENCIAMENTO/SUPLEMENTAÇÃO**
- **EXECUTADO/ARRECADADO**

www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/

Falta de molibdênio-99 no Brasil preocupa especialistas



A realização de exames para diagnósticos (embolia pulmônica, tumores e infarto cardíaco) esteve perto de ser comprometida no Brasil em meados de julho devido à possível falta do ^{99m}Mo-99, radioisótopo usado na geração do ^{99m}Tc. O alerta foi dado pela Sociedade Brasileira de Medicina Nuclear (SBMN), que explica que o ^{99m}Mo-99 da América do Sul é sendo embarcado para a Argentina, que tem uma demanda de 420 Ci e estimava que iriam receber apenas 160 Ci. Portanto, para atender a todos os nossos clientes de forma equilíbrio, iremos enviar neste final de semana ... (para cada)... instaurando um gerador de tecido com atividade máxima de 500 mCi".

— Até a SBNM, a atividade máxima é de 500 mCi.

RIBEIRÃO E FRANÇA

www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/

Que material afeta tratamentos no Hospital de Câncer de Barretos, SP

Uma paciente com linfoma e tumor no timoide não-exames de inalação sem normalizada esta semana, diz Ministério da Saúde.

Dr. G1 Ribeirão e França









Ano	1	2	3	4	5	Total
Valor (US\$ milhões)	75	100	125	125	75	500
% do Total	15	20	25	25	15	100
Valor (R\$ milhões)*	393,75	525	656,25	656,25	393,75	2.625

RMB

Reator Multipropósito Brasileiro

Tecnologia Nuclear a Serviço da Vida



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INovações





- A CNEN fez os estudos de viabilidade econômica do projeto. Foi apresentado o Estudo de Viabilidade de Projeto à **Câmara Técnica de Projeto de Grande Vulto e aprovado, em 2011, pela Câmara de Monitoramento e Avaliação do PPA (CMA/Ministério do Planejamento)**. Demonstrou-se que o projeto tem sustentabilidade econômica operacional, ou seja, produz mais recursos financeiros do que gasta em sua operação.
- **2019 = FGV convalida estudo.**



Comissão Nacional de Energia Nuclear

OBRIGADO!

gabinete@cnen.gov.br

dpd@cnen.gov.br

superintendente@ipen.br