



**Comissão Nacional
de Energia Nuclear**

**Visita Comissão Parlamentar ao IPEN/CNEN
21/10/2021**



**Comissão Nacional
de Energia Nuclear**

**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

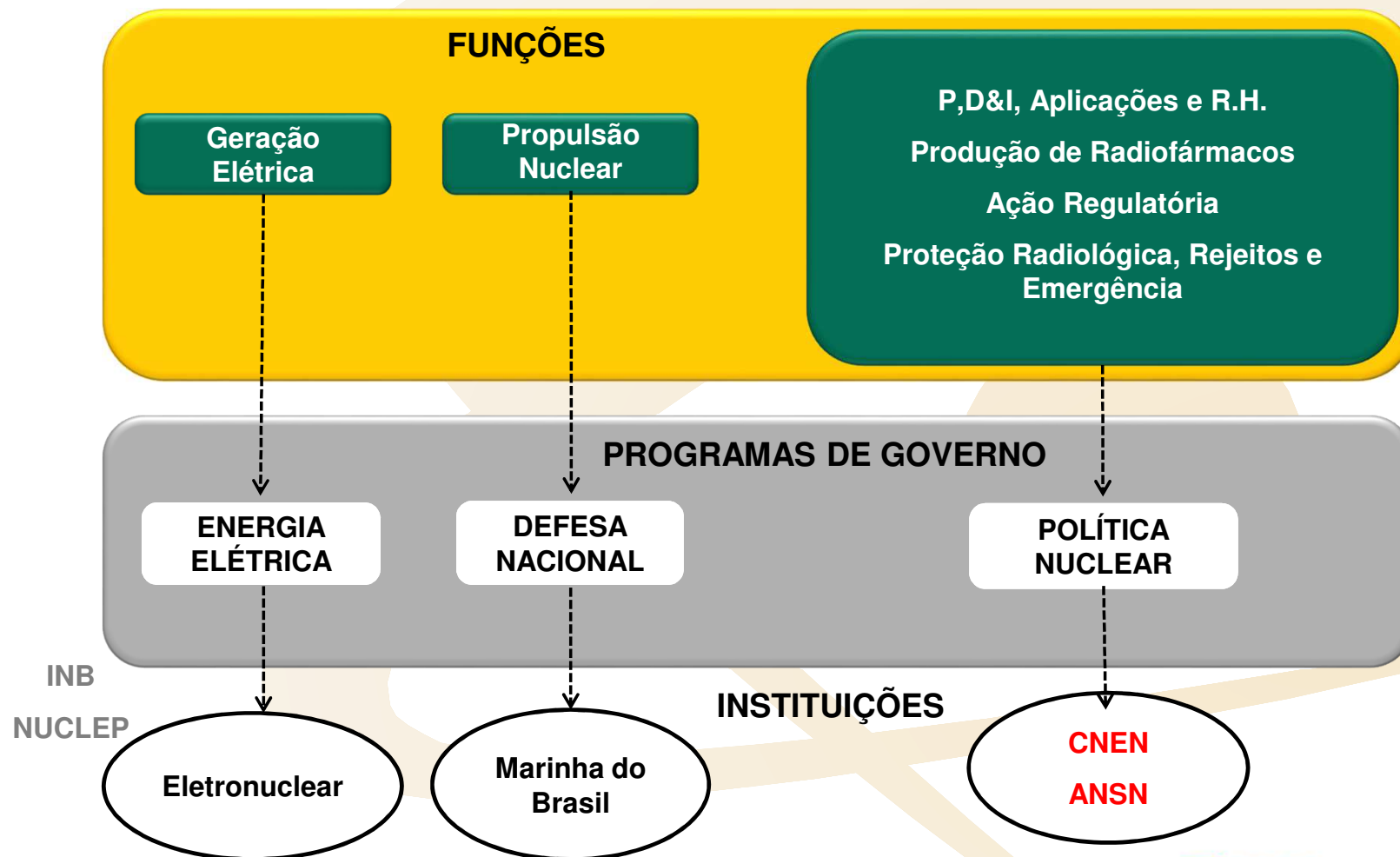


MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES

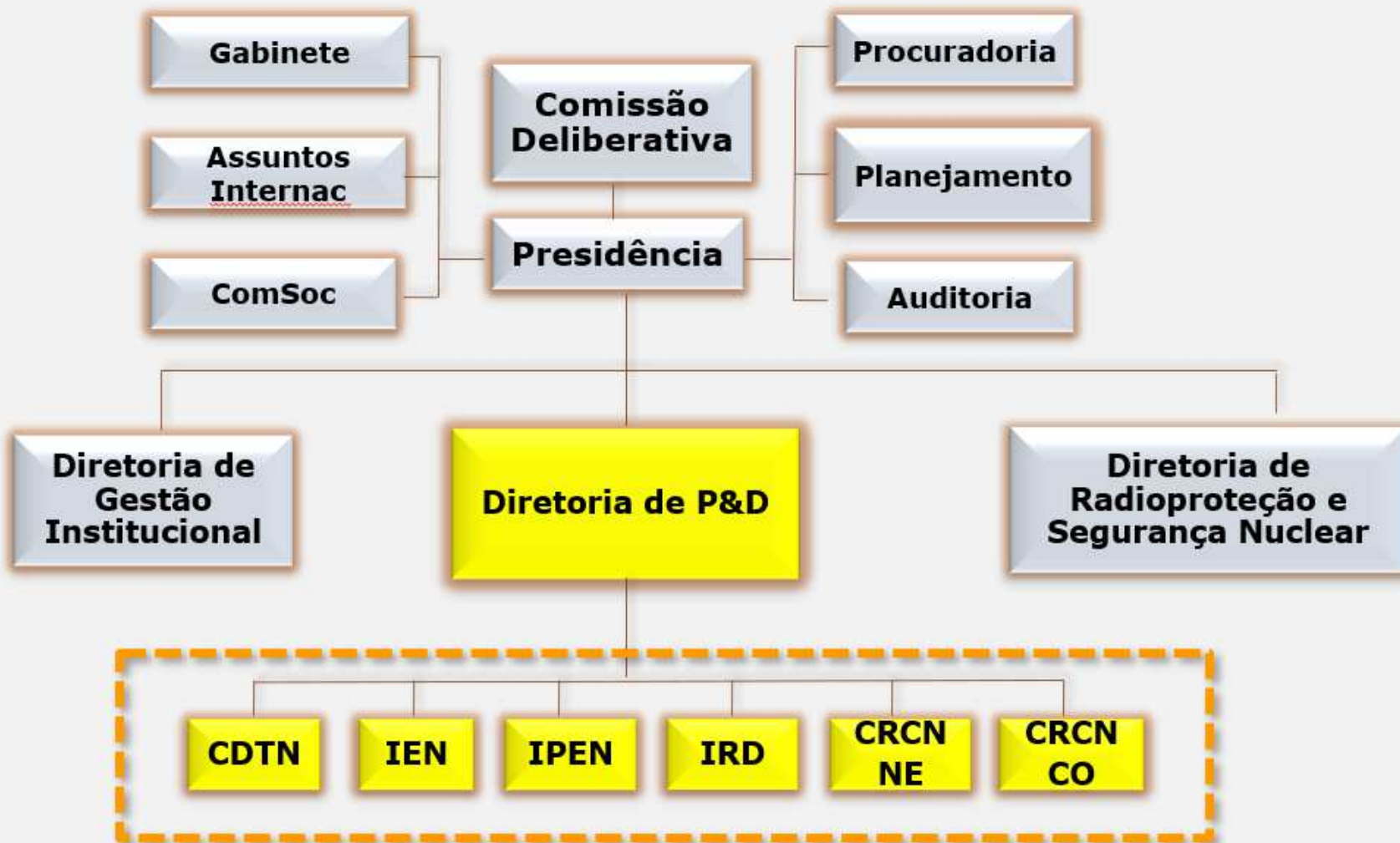


O SETOR NUCLEAR BRASILEIRO

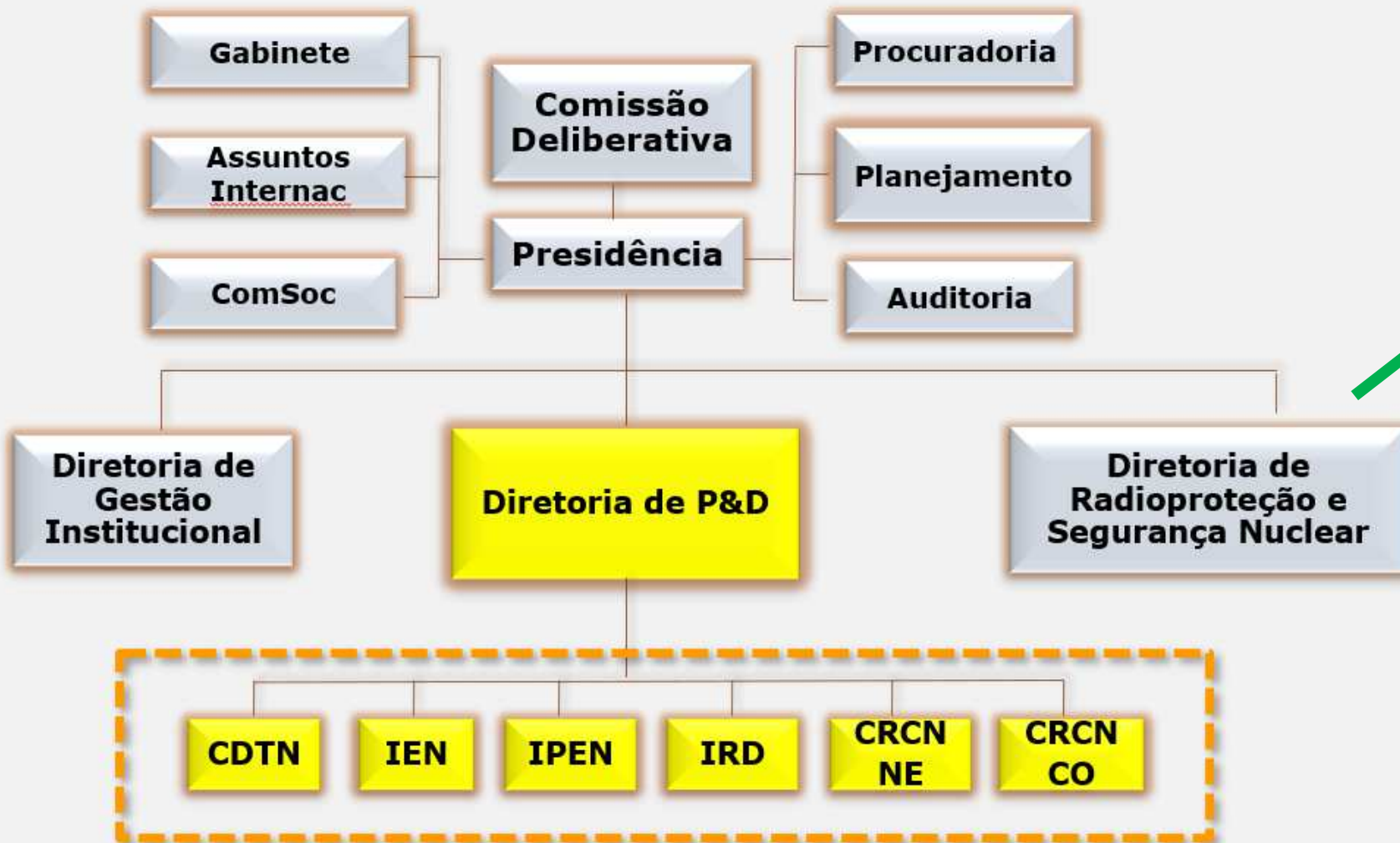
SETOR NUCLEAR BRASILEIRO



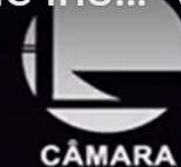
CNEN



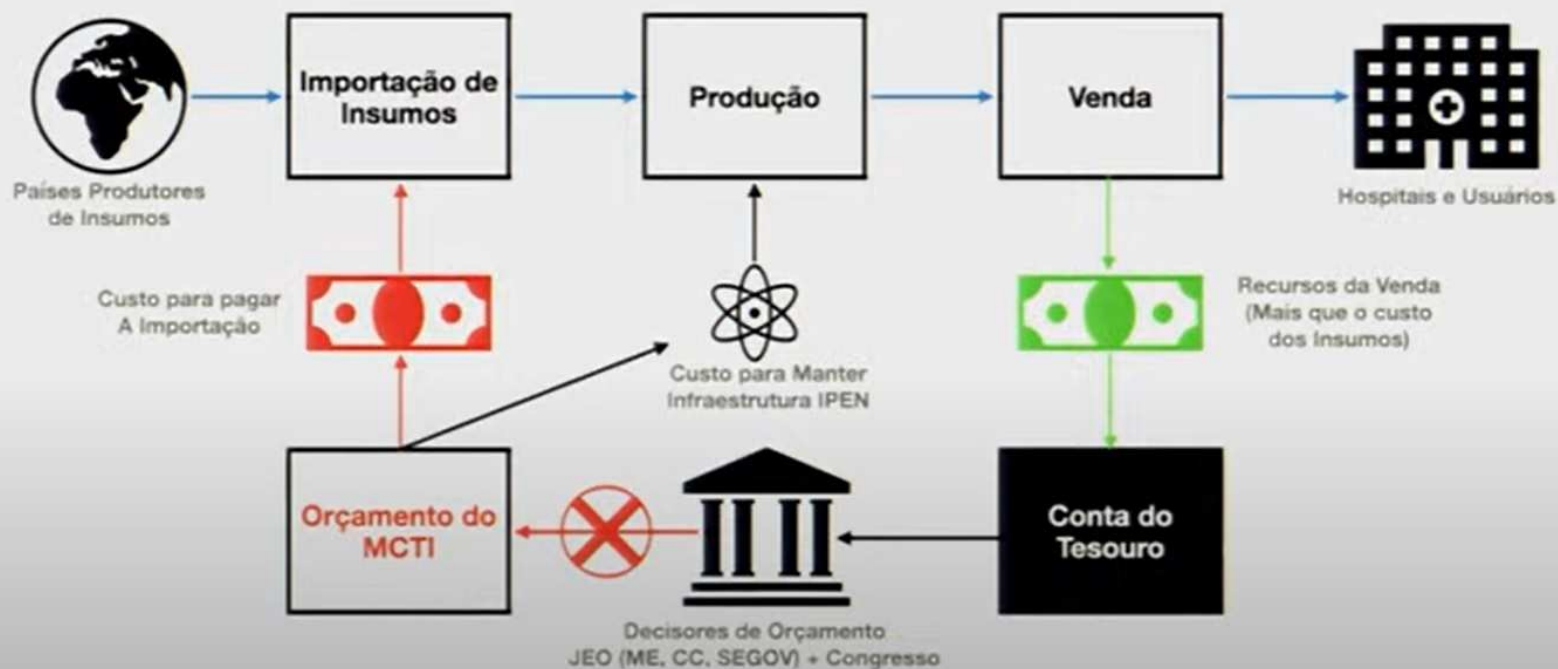
CNEN



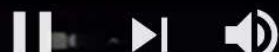
ANSN



O Processo de Produção de Radiofármacos



Reproduzir na TV



• AO VIVO

Role para ver detalhes





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 hormonioterápicos 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 hormonioterápicos 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 hormonioterápicos 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

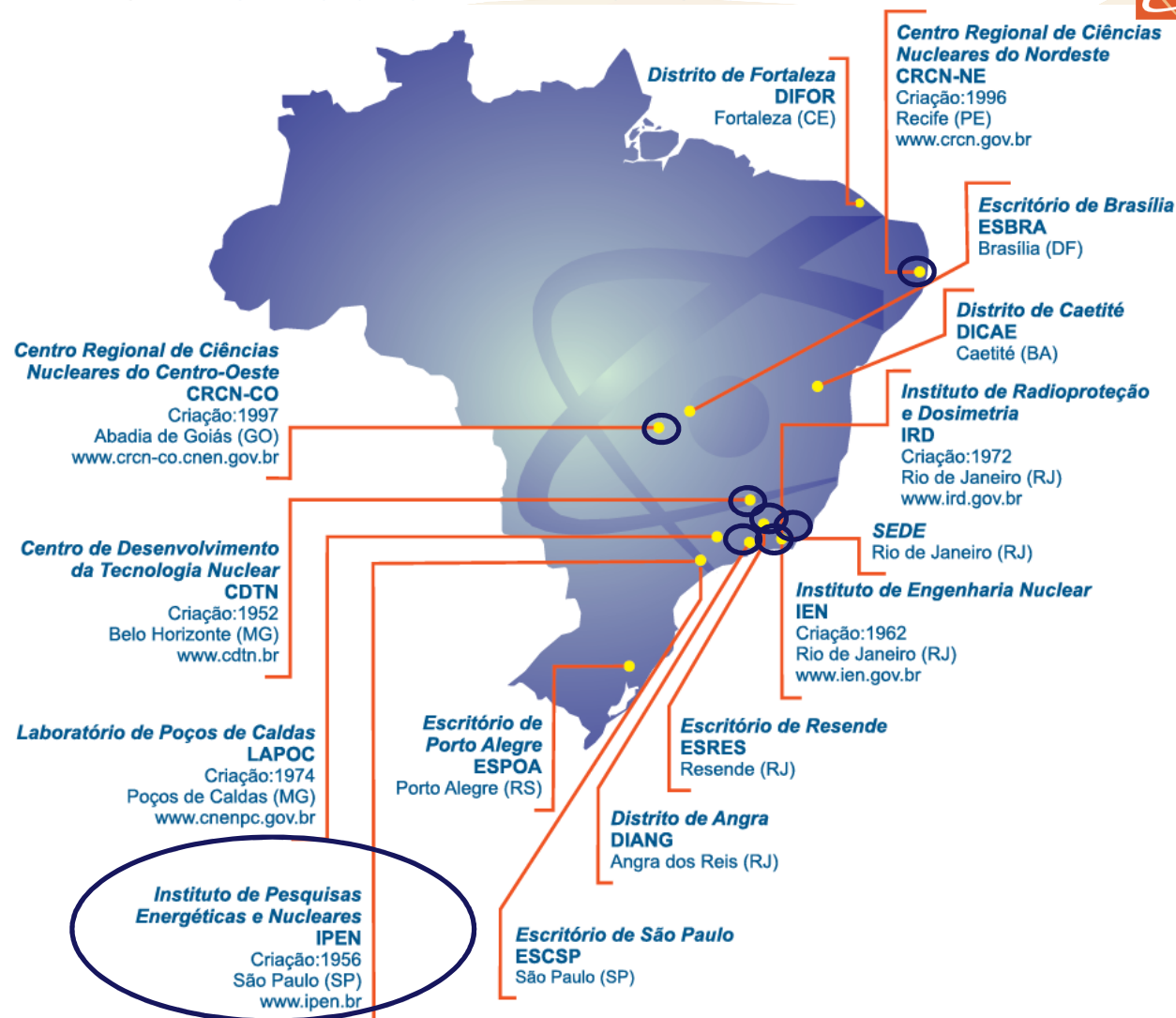
- Saúde**
- Indústria**
- Agricultura/Pecuária**
- Meio ambiente**
- Mineração**
- Propulsão Naval**
- Geração de Energia Elétrica**

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)



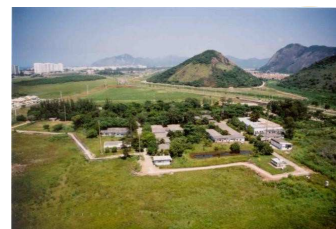
CDTN/CNEN (Belo Horizonte)



IN/CNEN (Rio de Janeiro)



***IRD/CNEN
(Rio de Janeiro)***



***LAPOC/CNEN
(Poços de
Caldas)***



***CRCN-NE/CNEN
(Recife)***



***CRCN-CO/CNEN
(Abadia de Goiás)***



MCTI

CNEN

SP

**Instituto de Pesquisas
Energéticas e Nucleares
(IPEN/CNEN)**

UNIDADES TÉCNICOS-CIENTÍFICAS



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



Localização: Campus da USP



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES



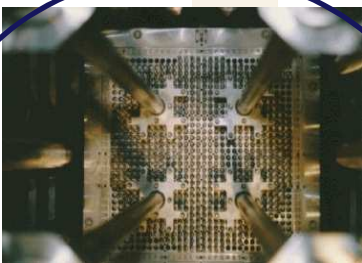
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/CNEN)





Instalações Nucleares

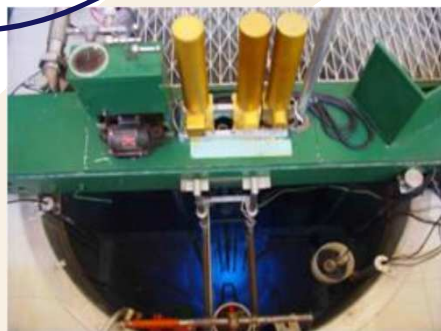
✓ 4 REATORES NUCLEARES DE PESQUISA:



IPEN/MB-01 - 100 W



IEN/Argonauta - 500 W



CDTN/TRIGA - 100 kW



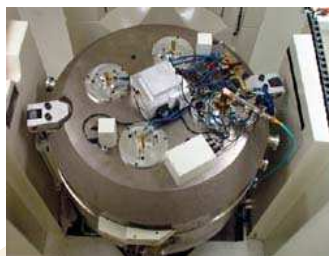
IPEN/IEA-R1 – 5 MW



Instalações Radioativas

✓ Ciclotrons

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



Siemens - 11 MeV



IBA - 30 MeV

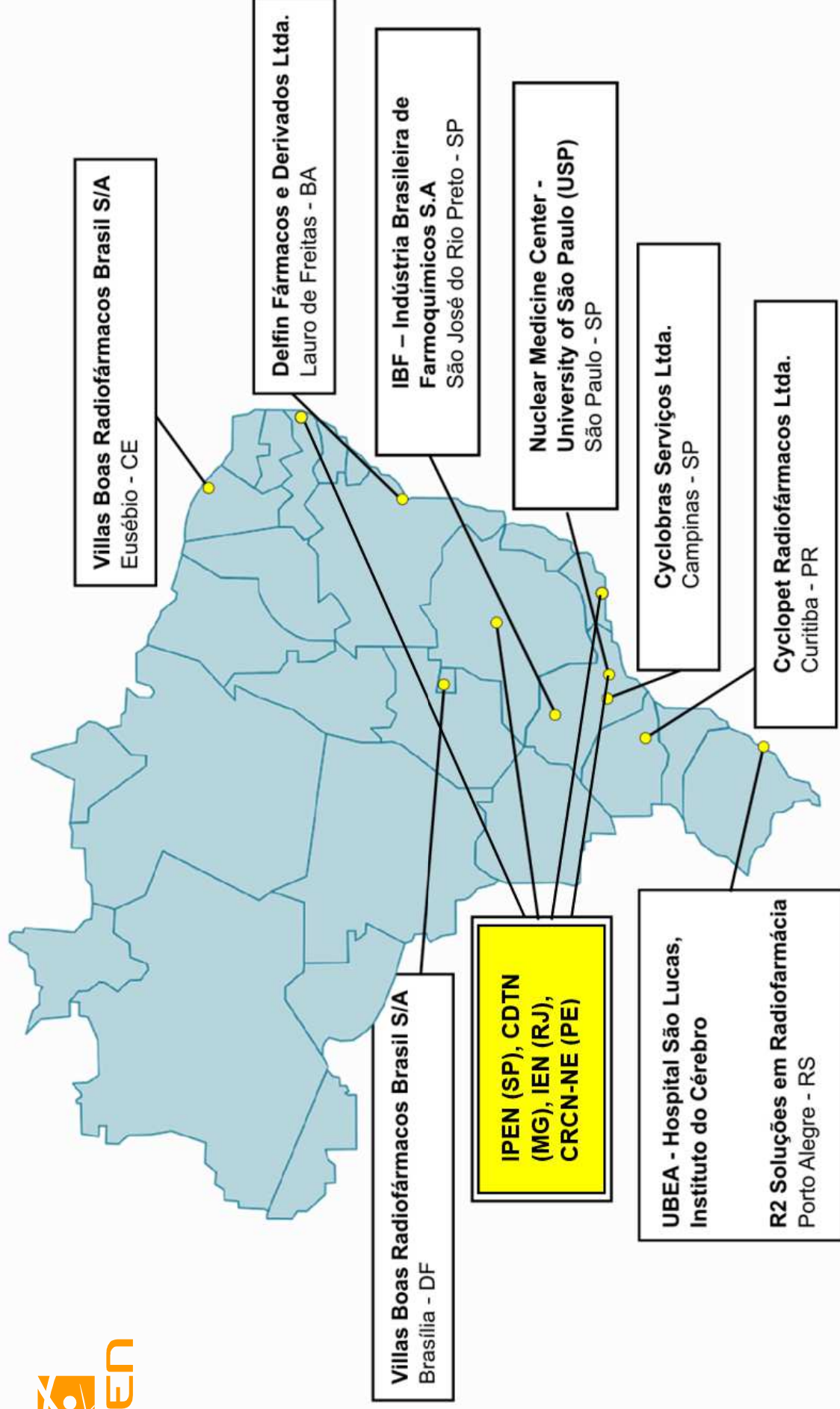
✓ Irradiadores

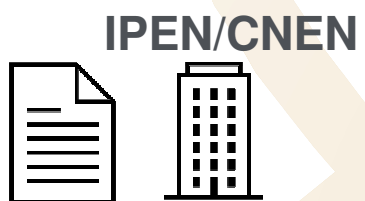
- Multipurpose (2 MCi)
- Gamacell (12 kCi)
- Panoramic (5 kCi, 60 kCi)

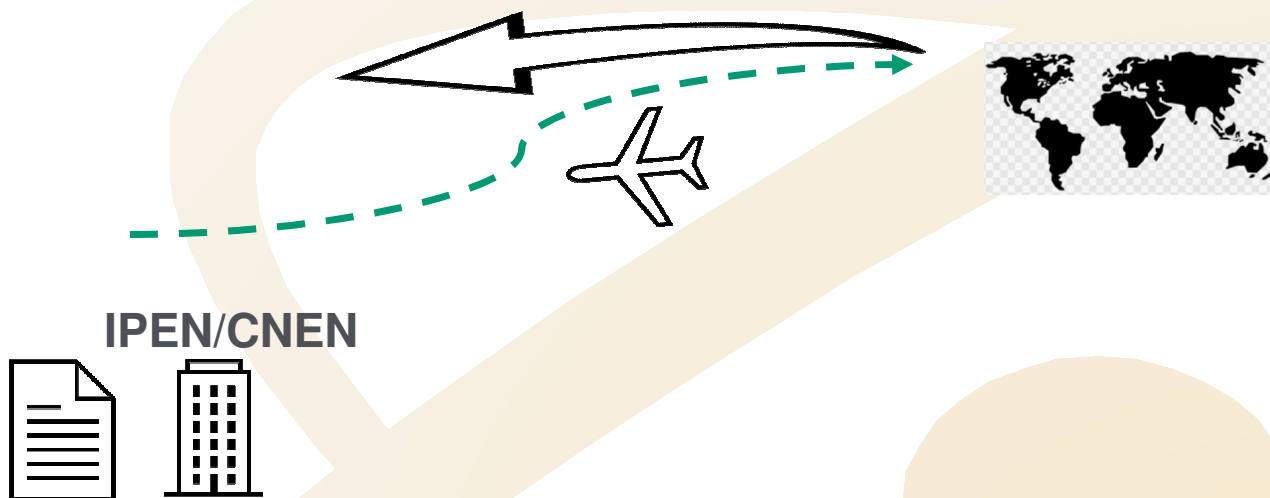


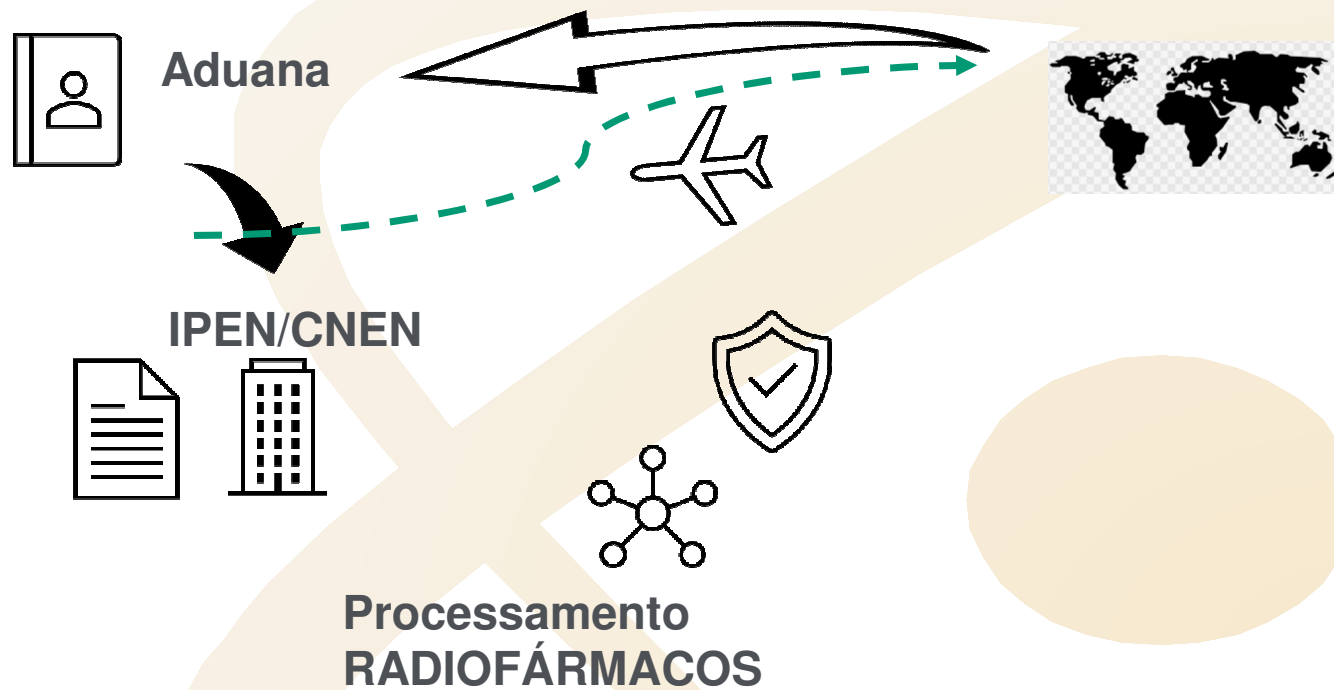
✓ Aceleradores de Elétrons

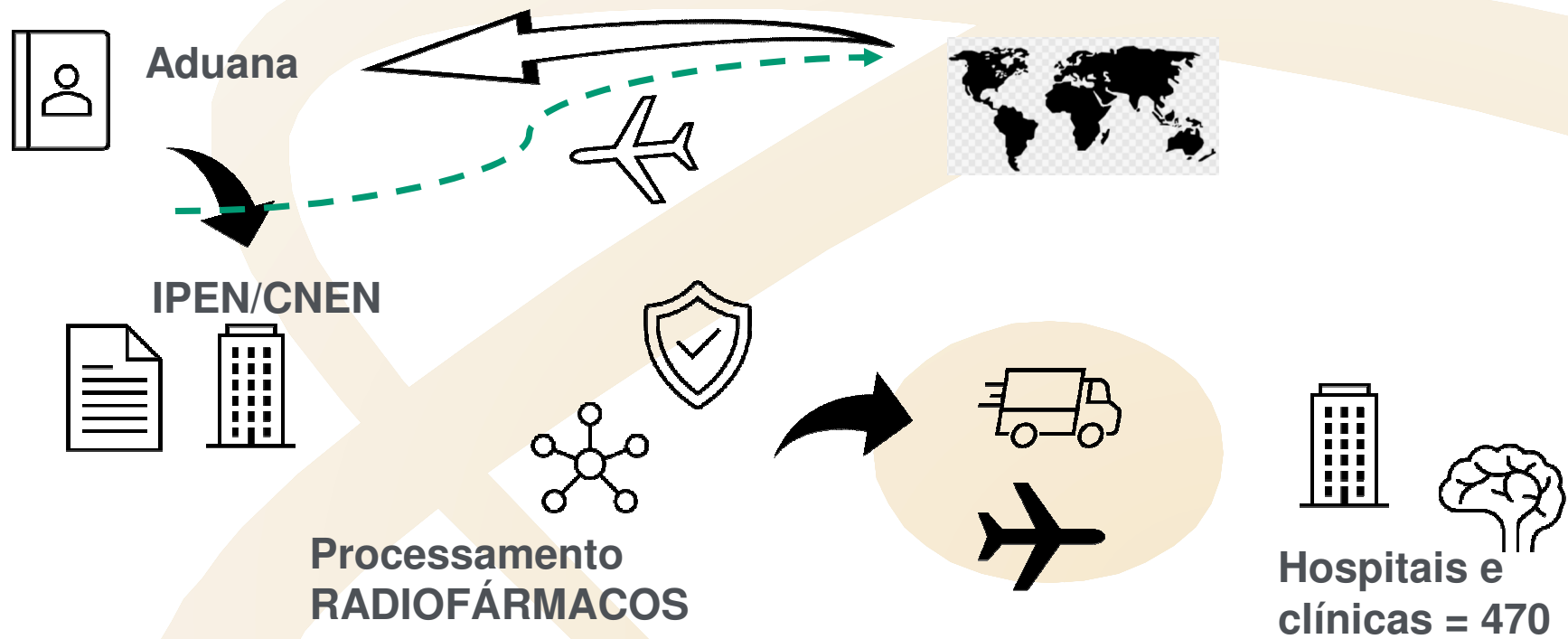


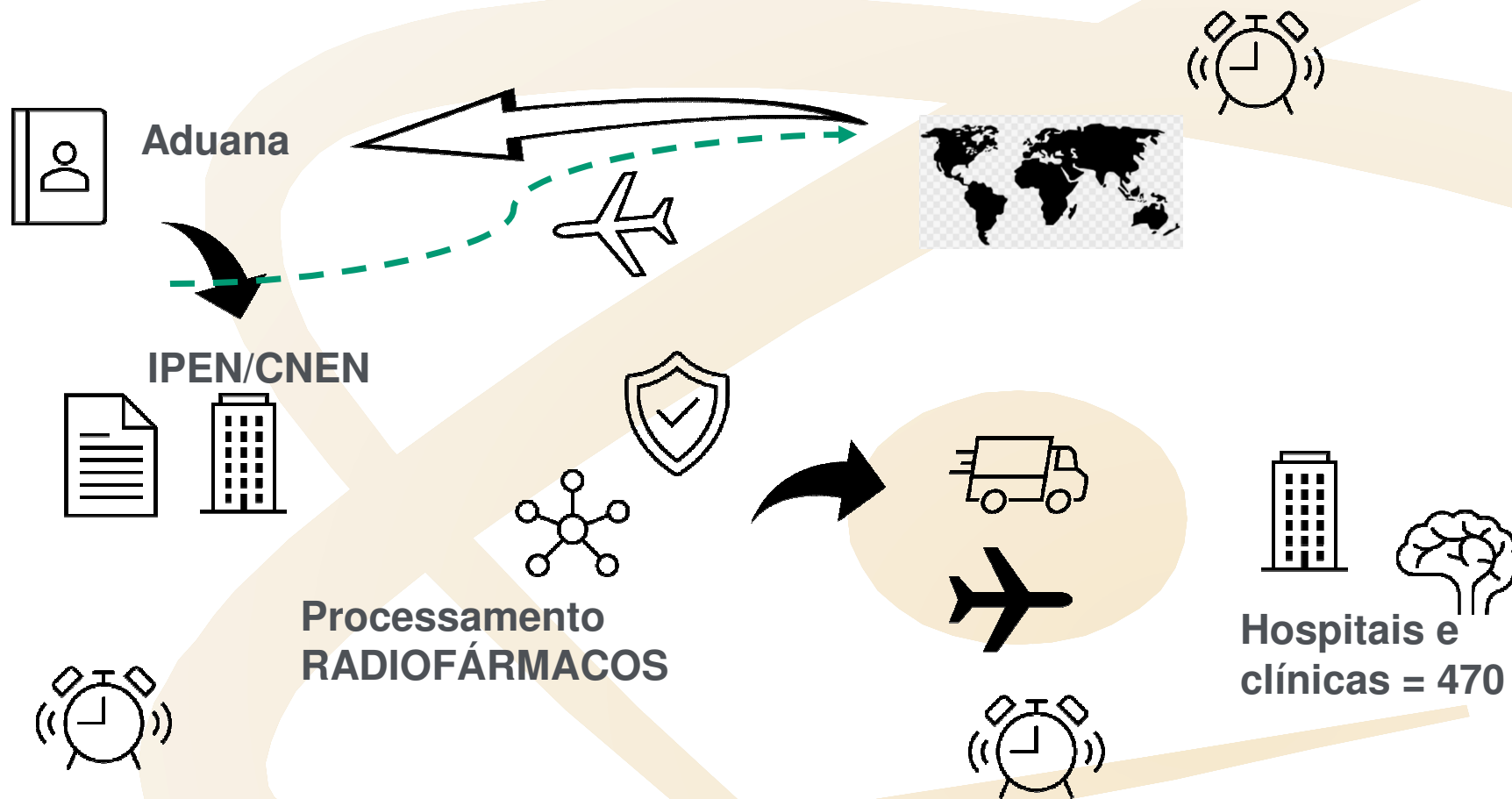


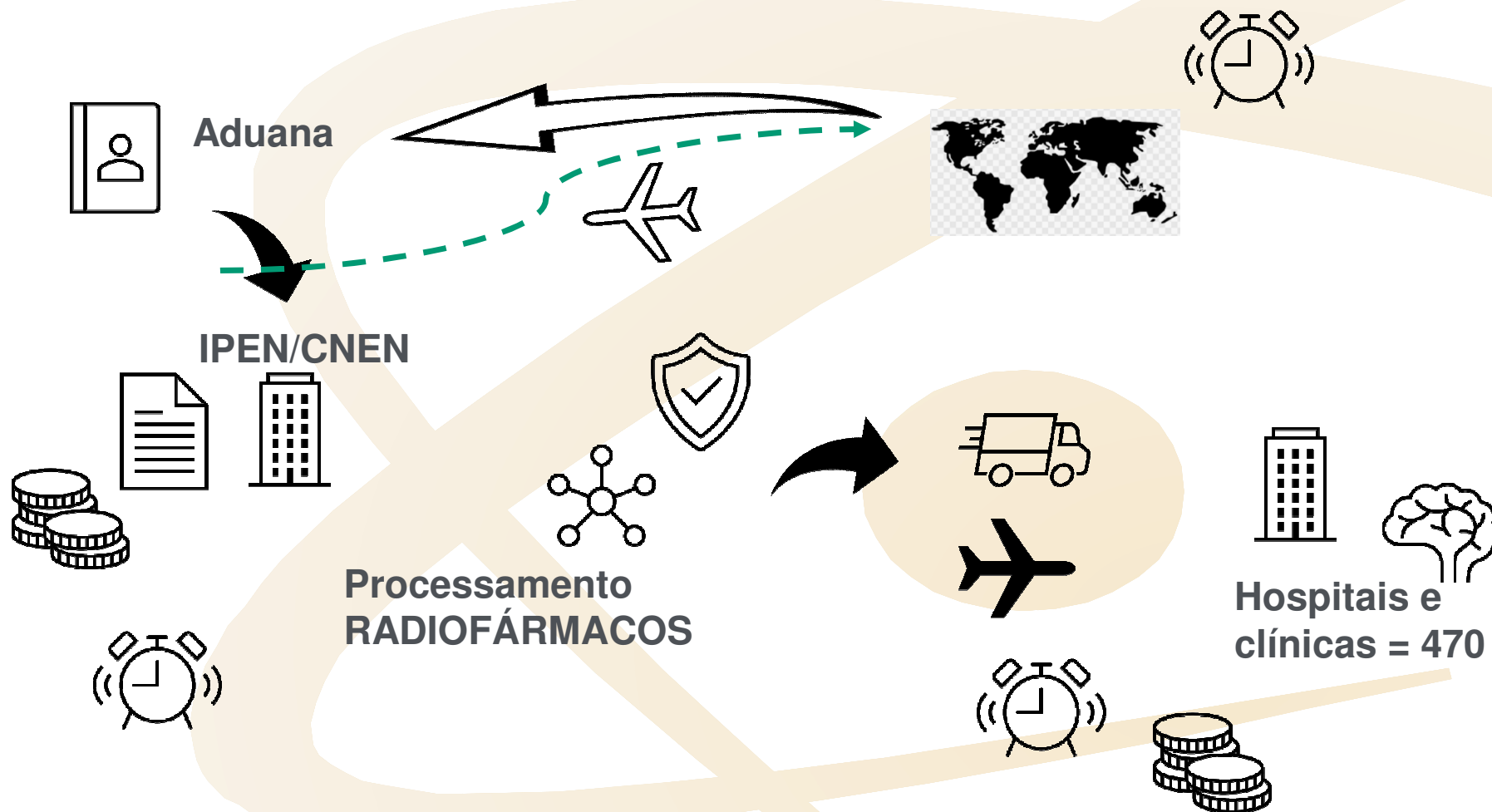


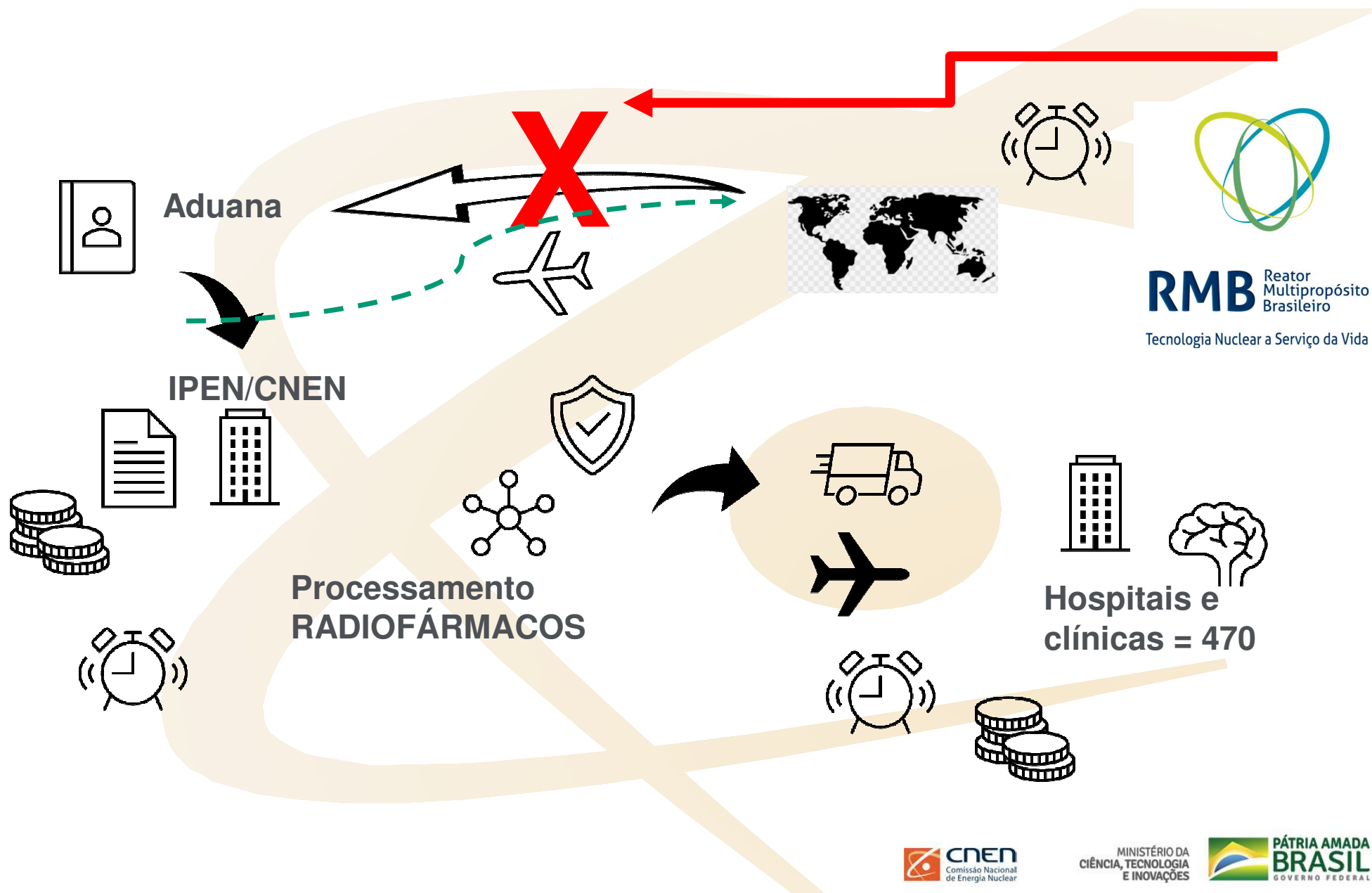












| | | |
|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| ²¹³ bismuth | ⁵⁹ iron | ¹⁵³ samarium |
| ¹³¹ caesium | ²¹² lead | ⁷⁵ selenium |
| ¹³⁷ caesium | ¹⁷⁷ lutetium | ²⁴ sodium |
| ⁵¹ chromium | ⁹⁹ molybdenum | ⁸⁹ strontium |
| ⁶⁰ cobalt-60 | ¹⁰³ palladium | ^{99m} 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

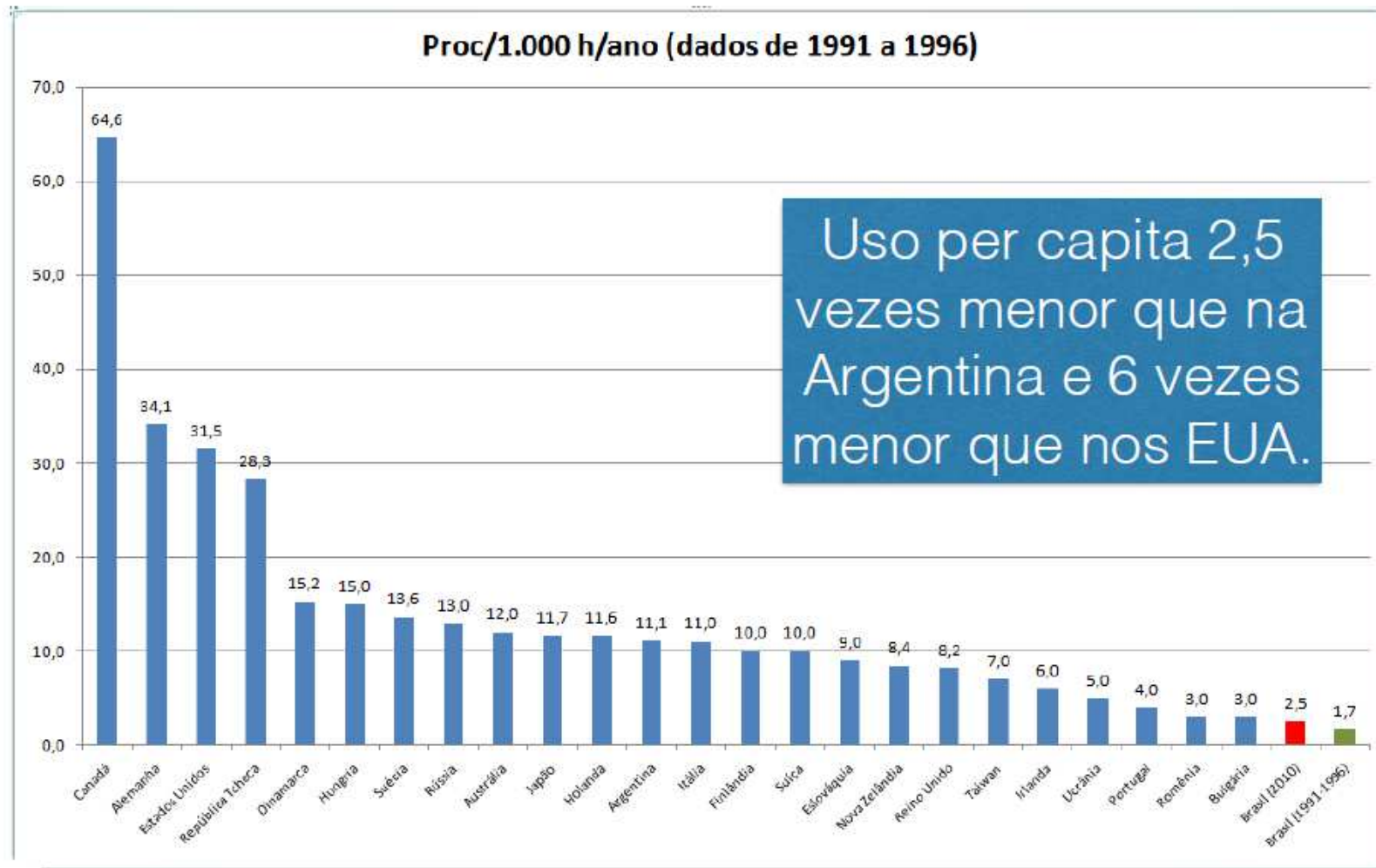


OBTIDOS A PARTIR DE CÍCLOTRONS

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| 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



Beatriz Leme, economista, SBMN 2012

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.





Comissão Nacional de Energia Nuclear



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





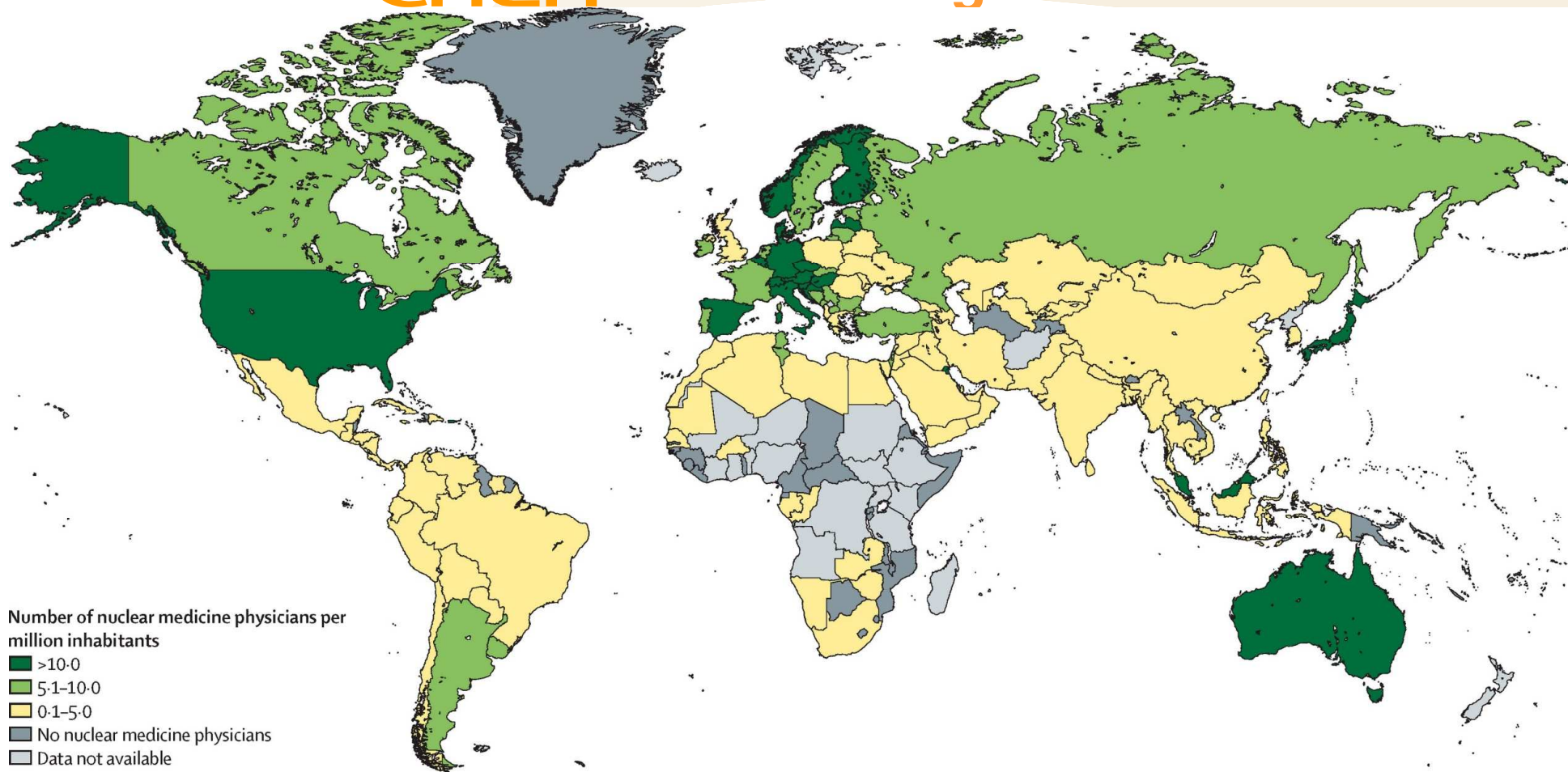
Comissão Nacional de Energia Nuclear

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



Comissão Nacional de Energia Nuclear

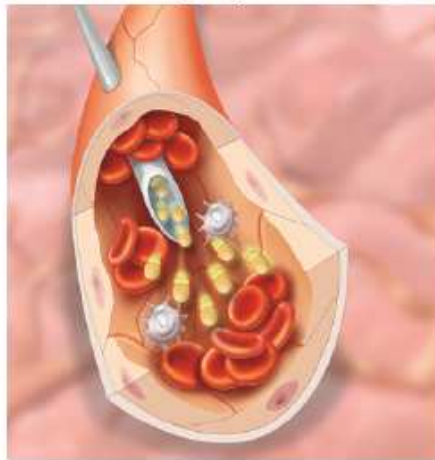
- Novas pesquisas; teranósticos
- Medicina Nuclear – formação de pessoal; novas clínicas; repasse tabela SUS
- Política de saúde
- Protonterapia





Mecanismo de ação do Dotatate-Lu177

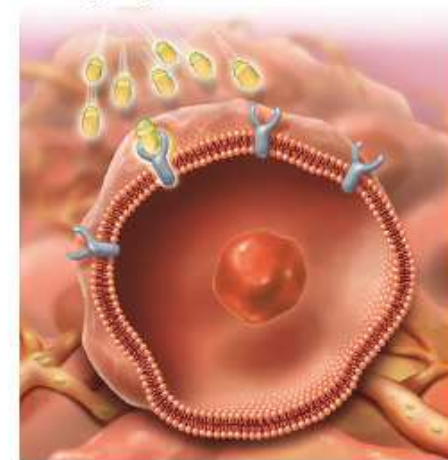
Injeção



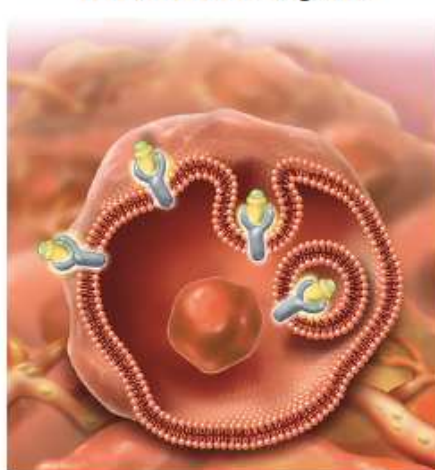
Concentração no TNE



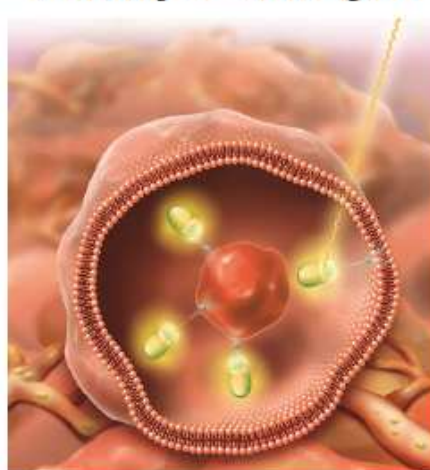
Ligação no SSTR2



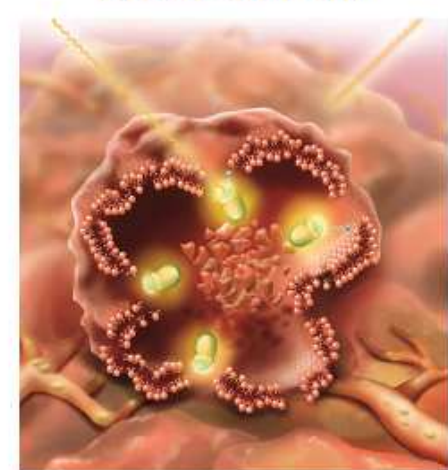
Internalização



Radiação entregue

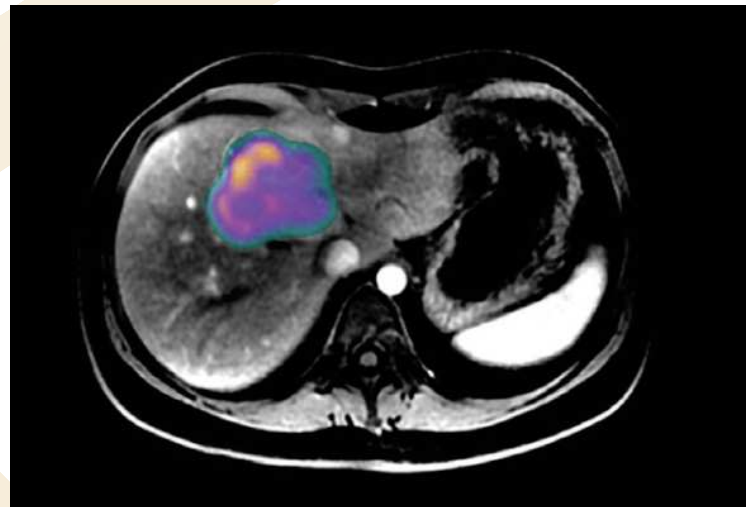
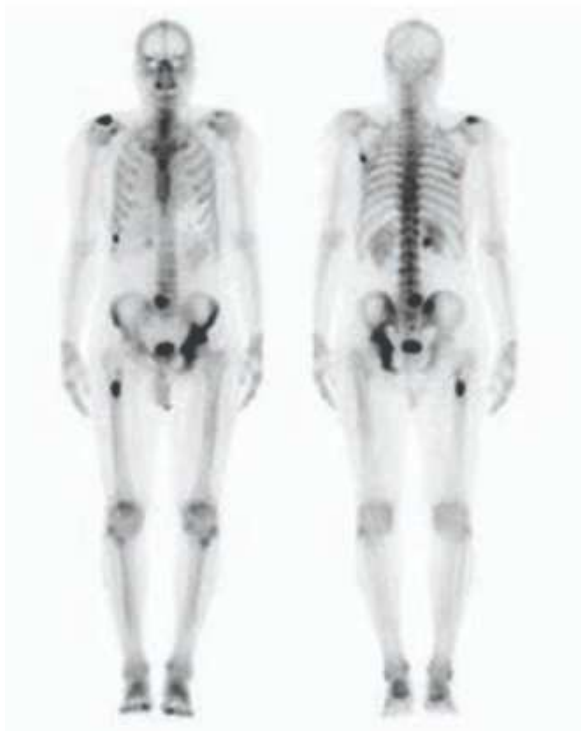


Morte celular

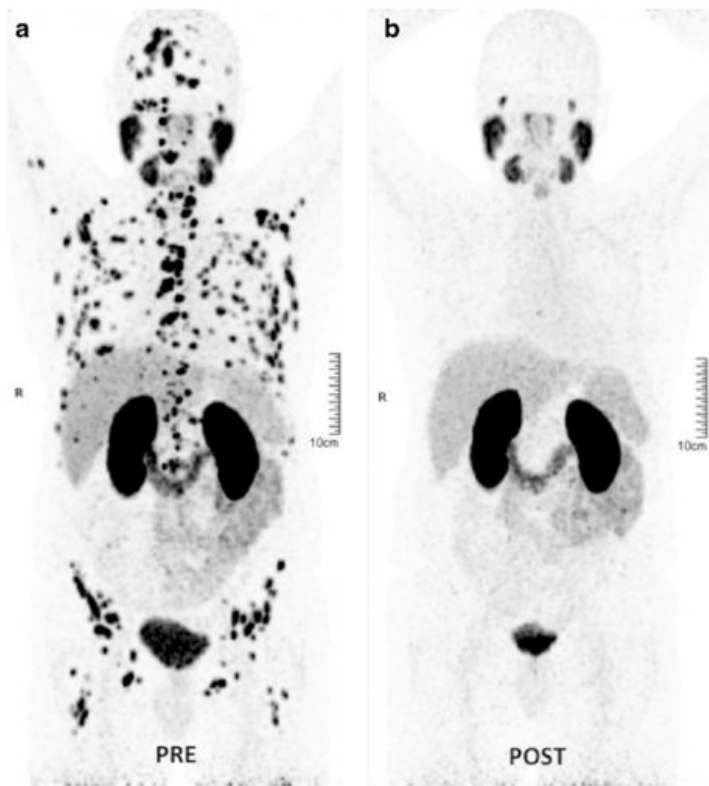


Presentation Presidential Session II of the 18th ECCO – 40th ESMO – European Cancer Congress 2015, 27 September 2015, abstract 6LBA, Vienna

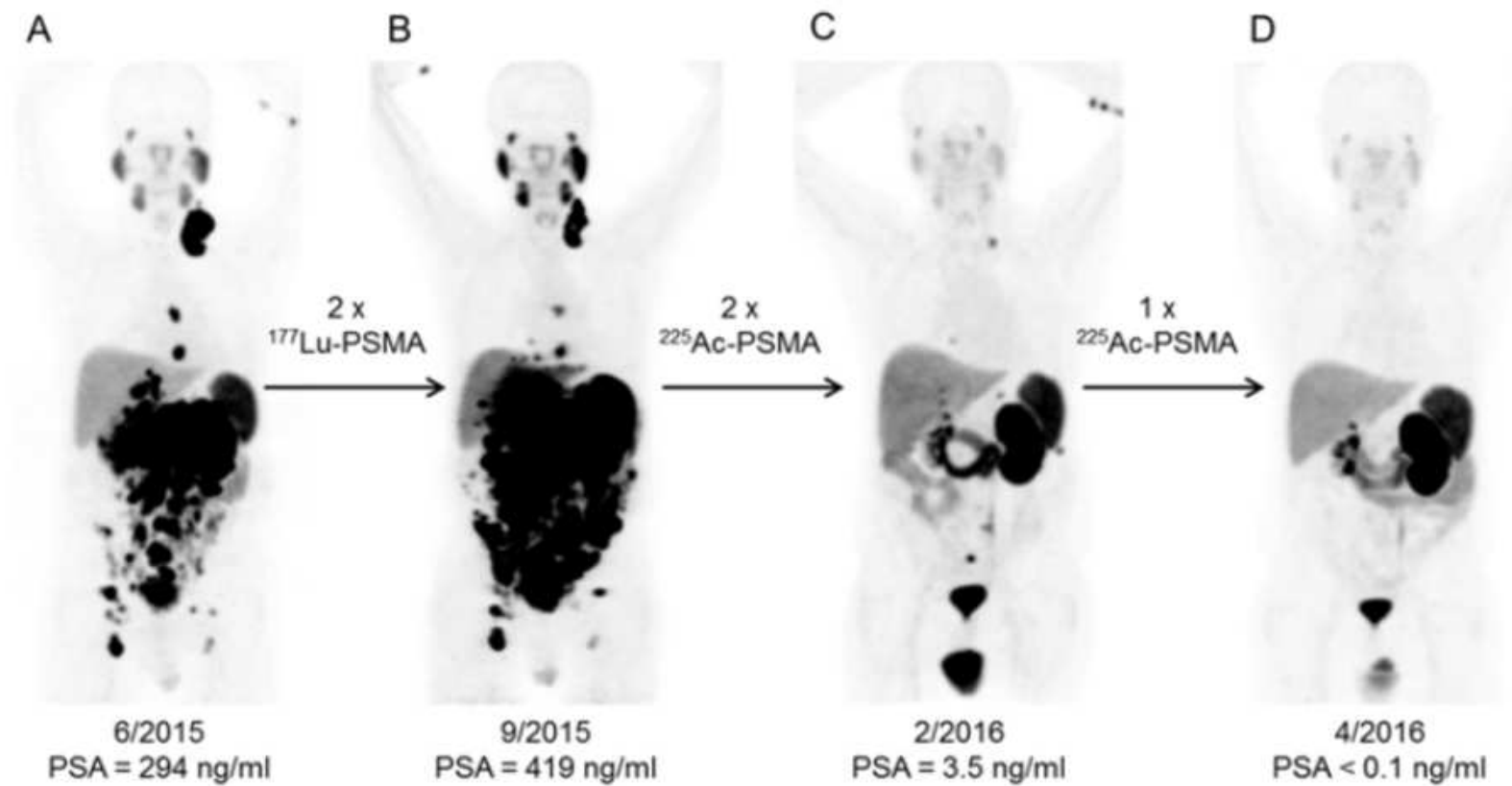
Cintilografia X PET



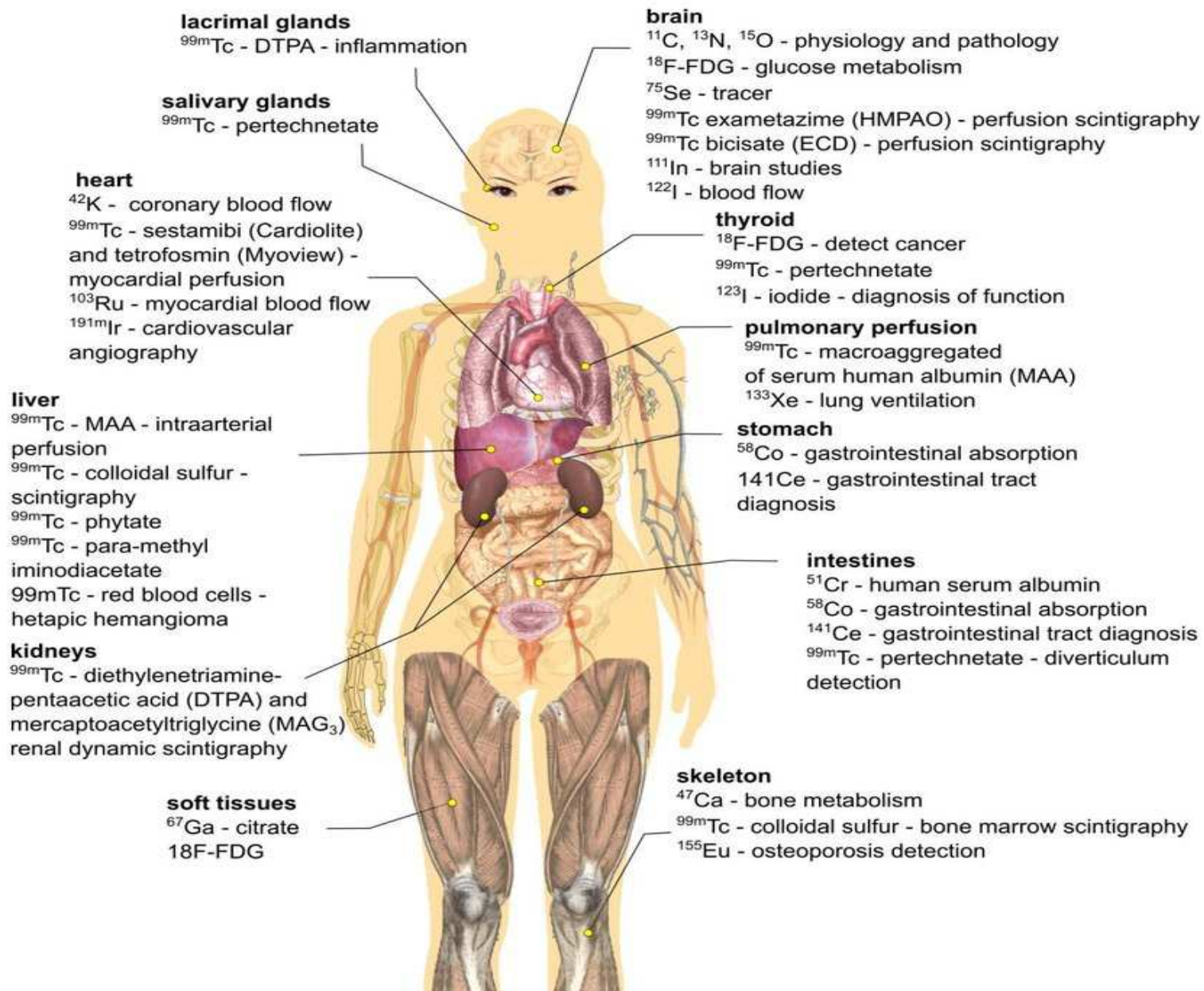
Fonte: Instituto “Vencer o câncer”



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



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





Comissão Nacional de Energia Nuclear

Em suma...

- **RADIOISÓTOPOS: principal insumo**

- **LOGÍSTICA:**
 - **IMPORTAÇÃO**
 - **PRODUÇÃO**
 - **DISTRIBUIÇÃO**



Comissão Nacional de Energia Nuclear

Em suma...

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

A PARTIR DE SEGUNDA-FEIRA, FALTA DE FÁRMACOS PARA TRATAMENTO DE PACIENTES COM CÂNCER SERÁ DRAMÁTICA

03. ABR, 2020 2 COMENTÁRIOS



O tratamento de milhões de pessoas no Brasil que dependem dos radiofármacos para o tratamento contra o câncer vai ganhar contornos dramáticos a partir da próxima segunda-feira (6). Elas já não poderão ser atendidas por falta de medicamentos. Conforme Petronoticias informou, as dificuldades logísticas com as suspensões vindas da Rússia, Holanda e Alemanha...

Organizaram o IPEN – Instituto de Pesquisa de Energia Nuclear – a produção de radioisótopos usados na medicina.

m g1 ge gshow videos

CIÊNCIAS

16h00 - Atualizado em 27/01/2014 16h00

Brasil pode sofrer escassez de material radioativo para medicina

Se discutem crise prevista para 2016 em reunião da OCDE na França. O projeto de reator que pode começar a funcionar em 2018.

enharo
São Paulo



radioativo molibdênio é essencial para a medicina nuclear (Foto: Reprodução/TV Globo)

Líderes na área de medicina nuclear preveem para 2016 uma grave crise mundial de abastecimento de uma matéria-prima radioativa utilizada em exames para detectar tumores e avaliar o funcionamento de órgãos como coração, cérebro, tireoide, rins, e outros. Na semana passada, autoridades de todo o mundo se reuniram na França convocados pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), para discutir estratégias de enfrentamento dessa crise.

CAMPINAS

Faltam fármacos radioativos em clínicas e hospitais de Campinas

Remédios são necessários no tratamento de doenças como o câncer. Situação será normalizada nesta quinta-feira, afirma fabricante.

De G1 Campinas e Região



Faltam remédios com componentes radioativos em clínicas e hospitais públicos e particulares de Campinas (SP). Os radiofármacos são necessários no tratamento de doenças como o câncer e também em alguns tipos de exames.

A clínica onde a médica nuclear Lima trabalha é uma das afetadas pela falta do medicamento. A diretora da instituição de pesquisas Enem...

Instituto de Pesquisas Enem...

Falta de molibdênio-99 no Brasil preocupa especialistas



A realização de exames para diagnósticos de embolia pulmonar, tumores e infarto cardíaco esteve perto de ser comprometida em meados de julho deste ano...

quantidade a ser recebida via Argentina é menor que a metade do necessário. "Apesar dos esforços (...) a quantidade embarcada será muito abaixo das nossas necessidades, pois temos uma demanda de 420 Ci e estimamos que iremos receber apenas 160 Ci. Portanto, para atender a todos os nossos clientes de forma equânime, iremos enviar neste final de semana (...) para cada) (...) Instituição um gerador de tecnécio com atividade máxima de 500 mCi". O SBMN, a atividade máxima de 500 mCi.

RIBEIRÃO E FRANCA

Material afeta tratamentos no Hospital de Câncer de Barretos, SP

A falta de material afeta tratamentos no Hospital de Câncer de Barretos, SP. A situação deixa pacientes com linfoma e tumor na tireoide sem exames. A situação será normalizada esta semana, diz Ministério da Saúde.

De G1 Ribeirão e Franca



Escassez de radiofármacos para diagnósticos e tratamentos no Brasil



RMB

Reator Multipropósito Brasileiro

Tecnologia Nuclear a Serviço da Vida

| 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 |





Comissão Nacional de Energia Nuclear

- 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



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES

