



A INDÚSTRIA DE RADIOFÁRMACOS NO BRASIL: O CASO DA FLUORDESOXIGLICOSE (FDG).

Área temática: Gestão de Serviços de Saúde

Vitor da Silva Pereira

vsilva@cnen.gov.br

Maria Eveline de Castro Pereira

maria@ioc.fiocruz.br

Luiz Perez Zotes

lpzotes@gmail.com

Resumo: *Trata-se de um estudo teórico, com abordagem qualitativa, substanciado por uma pesquisa documental que tem como objetivo apresentar a vertente industrial do arranjo produtivo de radiofármacos no Brasil, especialmente da Fluordesoxiglicose (FDG), considerando o balizamento determinado pela Emenda Constitucional - EC nº 49 de 2006, de modo a aferir se a população brasileira foi ou não beneficiada com a quebra do monopólio estatal nessa atividade. O foco inicial foi demonstrar a produção pública de radiofármacos, depois, explicitar o nicho de mercado criado pela EC, no qual a FDG representa o padrão-ouro. A produção privada desse insumo é demonstrada, assim como, a ponta consumidora, representada pelos serviços de medicina diagnóstica por imagem que utilizam equipamentos PET-CT. Em seguida, a abordagem se direcionou à distribuição nacional dessa tecnologia diagnóstica. O estudo evidenciou a ampliação da produção que não se daria sem a iniciativa privada; porém, também constatou assimetria na disponibilização dessa vertente médica à população brasileira.*

Palavras-chaves: *Radiofármacos, Fluordesoxiglicose, PET-CT, Medicina Diagnóstica por Imagem.*



1 INTRODUÇÃO

A segurança nacional, além do contorno monopolista, como sinalizado por Santos-Oliveira e Carneiro-Leão (2008), vem balizando o desenvolvimento do setor nuclear no Brasil; e, ao longo do tempo, a Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, especificamente quanto à área de radioisótopos, por meio dos centros de pesquisa a ela vinculados, evoluiu dos trabalhos pioneiros feitos em 1959 no Instituto de Energia Atômica - IEA, atual Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN, para uma verdadeira indústria; fornecendo rotineiramente 38 produtos, tanto produzidos em reatores, onde a reação de fissão nuclear em cadeia é controlada, quanto em aceleradores, que são capazes de acelerar feixes de partículas carregadas, proporcionando energias capazes de produzirem matéria. (SANTOS-OLIVEIRA; CARNEIRO-LEÃO, 2008; CNEN, 2014; IPEN, 2015b).

Com a promulgação da Emenda Constitucional - EC, nº 49/2006, que alterou dispositivos da Constituição de 1988, esse panorama foi modificado e o setor privado teve permissão de investir nessa atividade, podendo produzir radiofármacos com meia-vida de até duas horas, como é o caso da fluordesoxiglicose (FDG). Os legisladores, à época, argumentavam que a flexibilização permitiria o uso em larga escala no Brasil de exames que possibilitariam diagnósticos mais precisos e definição de condutas médicas para o tratamento de diversas patologias, como, câncer, doenças metabólicas e funcionais do coração e do sistema nervoso central; assim como de processos inflamatórios e infecciosos. (ABREU, 2005).

2 OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar a vertente industrial do arranjo produtivo de radiofármacos, especificamente da FDG, considerando o balizamento determinado pela EC nº 49 de 2006, de modo a aferir se a população brasileira foi ou não beneficiada com a quebra do monopólio estatal nessa atividade.

3 MÉTODO

Trata-se de um estudo teórico, com abordagem qualitativa, que permitiu através de uma pesquisa documental, reunir uma grande quantidade de informações,

abrangendo documentos oficiais e jurídicos, publicações técnicas, livros e artigos científicos (MARCONI E LAKATOS, 2009).

Conforme sugerido por Boni e Quaresma (2005) na busca sobre os principais trabalhos sobre o tema, foram consultados: (i) a Constituição da República Federativa do Brasil; (ii) as bibliotecas do Senado e da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN; (iii) os bancos de dados do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI; (iv) o banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES; (v) a Biblioteca Virtual de Saúde - BVS; (vi) a *Scientific Electronic Library Online - SciELO*.

4 RESULTADO

Na área de radiofármacos, a conformação econômica estabelecida a partir da promulgação da EC nº 49 de 2006, preservou integralmente sob gestão da CNEN a estrutura industrial que ela própria havia desenvolvido, abrangendo os centros de pesquisa situados nas cidades de Belo Horizonte (Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear - CDTN), Recife (Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste - CRCN-NE), Rio de Janeiro (Instituto de Engenharia Nuclear - IEN) e São Paulo (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN), operando reatores nucleares e aceleradores de partículas, produzindo e comercializando insumos para a área médica.

Na tabela 1, estão indicados os cinco principais produtos comercializados pela CNEN, considerando a participação na geração da sua receita faturada no ano de 2014 (CNEN, 2015a).

Tabela 1 – Produção industrial da Cnen - 2014

Produto	Unidade Produtora	Valor R\$	% da Receita
Gerador de Tecnécio	IPEN	56.508.277,00	58,57
Iodeto de Sódio - 131	IPEN, IEN	8.189.531,00	8,49
Iodeto de Sódio - 131 caps	IPEN	6.388.262,00	6,62
FDG	IPEN, IEN, CDTN,	6.112.186,00	6,34



	CRCN-NE		
Citrato de Gálio	IPEN	3.738.451,00	3,87

Fonte: Relatório de Gestão Cnen, 2015a

Legenda: R\$1,00; IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares; IEN - Instituto de Engenharia Nuclear; CDTN - Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear; CRCN-NE - Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste

Quase 60% da receita faturada da CNEN é originada do produto denominado *gerador de tecnécio*. Trata-se de um pequeno equipamento que é fabricado pelo IPEN, no qual um radioisótopo de meia-vida longa passa por um processo físico-químico para geração de um elemento de menor meia-vida; no caso específico, o elemento *pai* é o molibdênio-99m, obtido por meio de irradiação em reatores nucleares de pesquisa (MARQUES et al., 2001) importado em sua totalidade, e o outro, denominado *filho* é o tecnécio-99mTc (CNEN, 2015a), utilizado em mais de 80% dos procedimentos de medicina nuclear no Brasil.

A produção industrial da CNEN também representa, historicamente, um esforço nacional de redução da dependência de insumos importados para a área da saúde, que pode ser mensurado quando, no ano de 2006, foi alcançada a meta de atendimento com a fabricação nacional de 100% da demanda de citrato de Gálio-Ga-67, aplicado na localização de tumores em tecidos moles e lesões inflamatórias (SAHA, 2010), e do cloreto de Tátio-Tl-201, utilizado na obtenção de imagem cardíaca, avaliação do nível de lesão no músculo cardíaco em repouso e em exercício (POZZO et al., 2014). Assim como, de 50% de iodo-I-131, que é usado em diagnóstico e tratamento da glândula tireoide (MONTE et al., 2004).

4.1 Radiofármacos de meia-vida curta

Politicamente, a promulgação da EC nº 49 de 2006, determinou a criação de um nicho de mercado, de livre concorrência no Brasil, cujo fator crucial para o seu desenvolvimento, do ponto de vista da produção e da comercialização é a meia-vida; ou seja, quanto tempo um elemento radioativo leva para atingir metade de sua atividade radioativa inicial na busca por estabilidade atômica (Cardoso, 2012); que, no caso da fluorodesoxiglicose, é de 109,8 minutos.

Nesse radiofármaco, cuja molécula está representada na figura 1, a glicose serve como transportadora do elemento radioativo flúor (^{18}F), o que viabiliza a sua rápida

disseminação pelo organismo, em virtude de que a glicose é a principal fonte de energia para as células. Aguiar e Manini (2013) observam que a glicose é fundamental para que o indivíduo produza energia, e, sem ela, não há vida.

A FDG, por ser assemelhada à glicose, embora se dissemine rapidamente pelo organismo, não é convertida em energia pelas células, ficando retida e termina por ser excretada. Por outro lado, as células tumorais demandam mais energia do que aquelas em funcionamento normal; assim, passa a existir um acúmulo desse radiofármaco nessas células (CIMol, 2012).

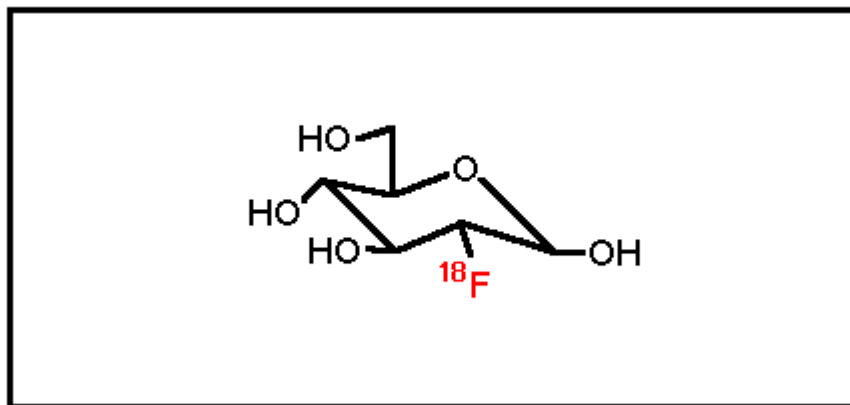


Figura 1 – Molécula da fluordesoxiglicose (FDG-¹⁸F)
Fonte: Sabbatini, 1997.

Essa característica farmacológica vem determinando seu crescente uso em combinação com a tecnologia PET/CT¹, passando a ser considerado o padrão-ouro da atividade, especialmente pela qualidade das imagens obtidas (OLIVEIRA; CARNEIRO-LEÃO, 2007).

Especificamente quanto à FDG, o histórico evolutivo da produção da CNEN está representado no Gráfico 1. Destacam-se os impressionantes incrementos de produção registrados entre 2002, 2003 e 2004, que representam, cumulativamente, cerca de 135% e 93% ante o primeiro ano desta referência. Da mesma forma, entre 2007 e 2008 o aumento do volume produzido representa cerca de 26%, também acumulado sobre o

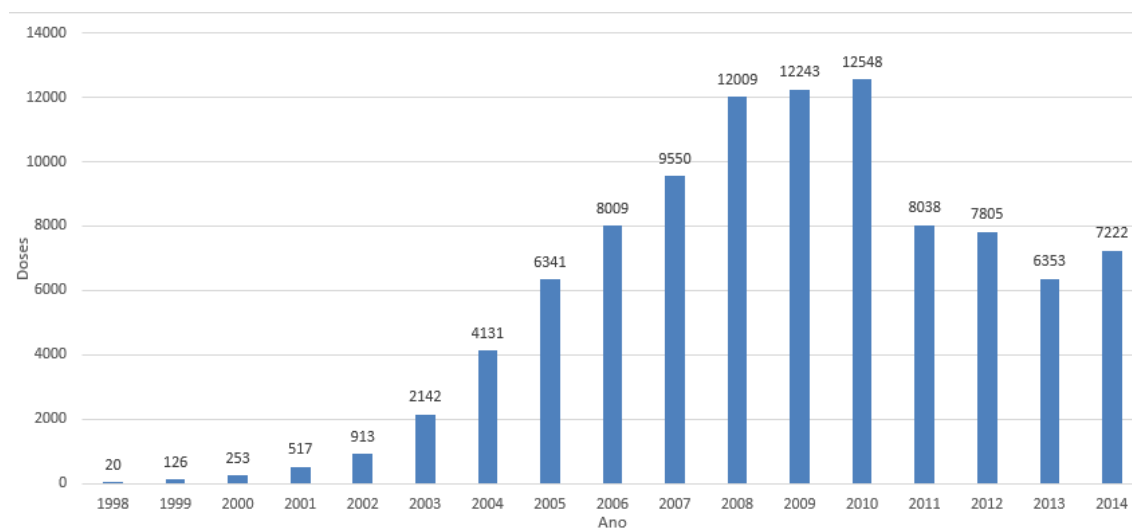
¹ PET/CT é uma sigla em inglês para *Positron Emission Tomography / Computed Tomography*, que representa um equipamento usado em medicina nuclear para geração de imagens. Detectores especiais captam a energia emitida pelo radiofármaco e, tais detecções são convertidas por um programa computacional específico em imagens que oferecem detalhes tanto da estrutura quanto da funcionalidade de órgãos e tecidos do corpo do paciente (RSNA, 2016)



montante anterior.

O comportamento ascendente da produção anual, após atingir o ápice de 12.548 doses no ano de 2010, vem sofrendo contínua redução; porém, chama atenção a queda ocorrida de 2010 para 2011, que representa uma redução de 40%. Esta retração brusca, além da continuidade do comportamento descendente da produção a partir do pico de produção em 2010 está relacionada, como veremos, com a entrada de produtores privados, em especial no Estado de São Paulo (CNEN, 2011).

Gráfico 1 – Produção de FDG pela CNEN



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2 Produção privada de fluordesoxiglicose

Na atualidade existem oito entidades licenciadas para produzir FDG no Brasil, a saber: duas instituições sem fins lucrativos - o Hospital do Cérebro, mantido pela União Brasileira de Educação e Assistência - UBEA, em Porto Alegre e o Hospital das Clínicas, vinculado a Universidade de São Paulo, em São Paulo, e seis empresas privadas nacionais (CNEN, 2015a; FACURE et al., 2015).

No tocante às empresas, as seis licenciadas para produção de radiofármacos estão indicadas no quadro 1. Ressalta que duas dessas empresas estão localizadas no Estado de São Paulo, onde já se localizam a principal unidade produtora da CNEN e uma entidade sem fins lucrativos, as outras quatro estão situadas no Distrito Federal, Rio Grande do Sul, Paraná e Bahia.



Quadro 1 - Localização das empresas produtoras de radiofármacos

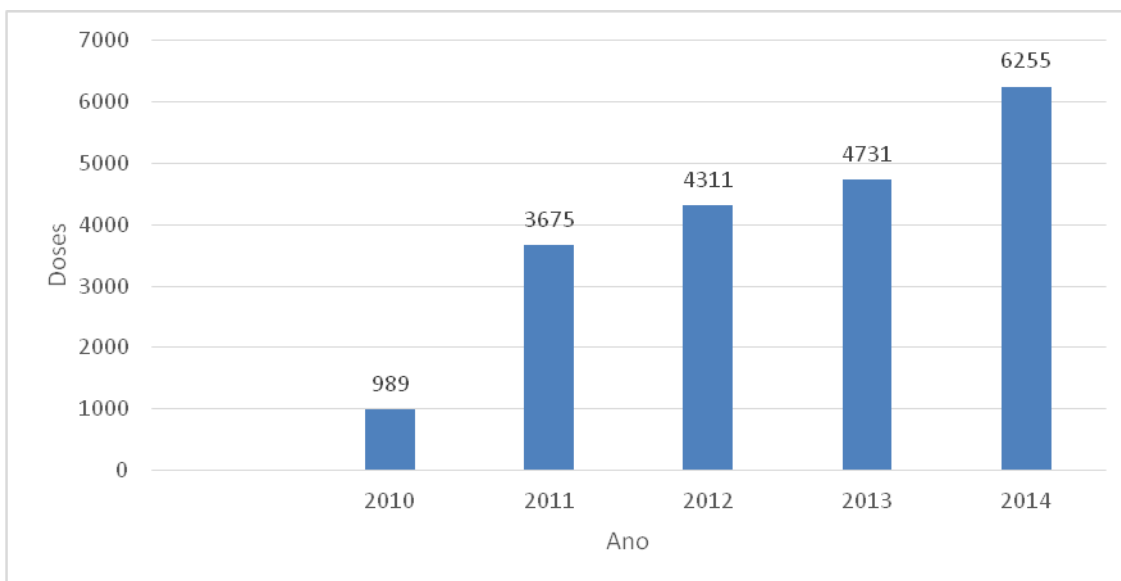
Empresa	Localização	Estado
Cyclobras - Indústria, Comércio e Serviços Laboratoriais Ltda.	Campinas	SP
Cyclopet Radiofármacos Ltda.	Curitiba	PR
Delfin - Fármacos e Derivados Ltda.	Lauro de Freitas	BA
IBF - Indústria Brasileira de Farmoquímicos S.A.	São José do Rio Preto	SP
R2 - Soluções em Radiofarmácia Ltda.	Porto Alegre	RS
Villasboas Radiofármacos Ltda.	Brasília	DF

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: SP - São Paulo; PR - Paraná; BA - Bahia; RS - Rio Grande do Sul; DF - Distrito Federal

A primeira licença de autorização para produção privada desse radiofármaco foi emitida pela CNEN em fevereiro de 2009 e, dez meses depois, a segunda foi concedida. O gráfico 2 indica os montantes anuais de produção privada de FDG, e, pelo cotejamento do comportamento ascendente da produção privada a partir de 2010, com relação ao decréscimo da produção pública, também a partir desse ano, confirma-se ser esta a razão daquele comportamento decrescente.

Gráfico 2 – Produção privada de FDG



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3 Medicina diagnóstica por imagem

A produção do isótopo do flúor (^{18}F) ocorre em um equipamento denominado ciclotron², e, após sofrer um processo de biossíntese com a molécula da glicose transforma-se no radiofármaco FDG, que é utilizado nos Serviços de Medicina Nuclear (SMN) que operam equipamentos PET/CT. Segundo Facure et al. (2015), no Brasil existem 14 ciclotrons em operação, públicos ou privados, localizados em sete diferentes estados.

De acordo com Robilotta (2006), existiam apenas 12 PET/CT instalados no Brasil no ano de 2006 e Facure et al. (2015) indicam estarem licenciados 118 desses equipamentos no ano de 2014. No ano de 2015, mais dois obtiveram autorização de operação (CNEN, 2015b); assim, existem, na atualidade, 120 deles em funcionamento nos 92 serviços de medicina diagnóstica no território nacional, cuja localização pode ser vista na figura 2.

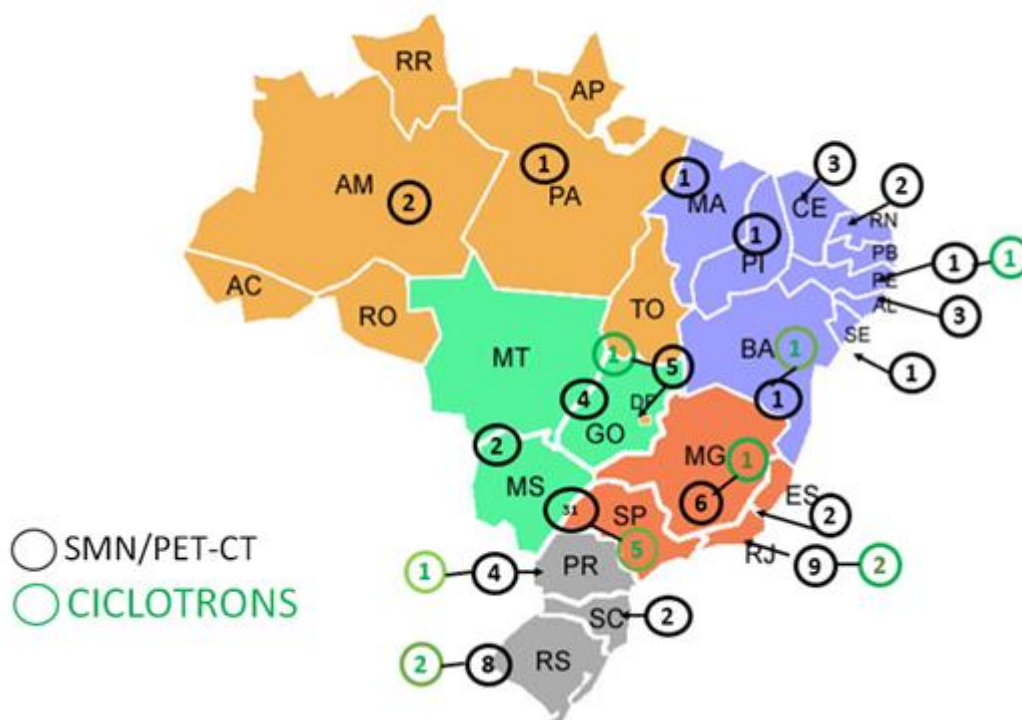


Figura 2 – Serviços de medicina nuclear com PET/CT e ciclotrons em operação

Fonte: Fonte: Elaborado pelo autor.

² Ciclotron é um tipo de acelerador onde um feixe de partículas percorre uma trajetória curvilínea, ganhando velocidade a cada volta (LUIZ et al., 2011); lembram os autores que nessas máquinas, as partículas são aceleradas a velocidades altíssimas e ao colidirem com um alvo são capazes de produzirem matéria.



Legenda: AC - Acre, AL - Alagoas, AM - Amazonas, AP - Amapá, BA - Bahia, CE - Ceará, DF - Distrito Federal, ES - Espírito Santo, GO - Goiás, MA - Maranhão, MG - Minas Gerais, MS - Mato Grosso do Sul; MT - Mato Grosso, PA - Pará, PB - Paraíba, PE - Pernambuco, PI - Piauí, PR - Paraná, RJ - Rio de Janeiro, RN - Rio Grande do Norte, RO - Rondônia, RR - Roraima, RS - Rio Grande do Sul, SC - Santa Catarina, SE - Sergipe, SP - São Paulo, TO - Tocantins; SMN/PET-CT – Serviços de Medicina Nuclear com PET/CT; CICLOTRONS – Aceleradores em operação.

Observa-se, pela distribuição dos serviços de medicina diagnóstica por imagem no Brasil, que, estados como Acre, Alagoas, Amapá, Mato Grosso, Rondônia, Roraima e Tocantins não contam com essa possibilidade diagnóstica para atendimento às suas populações, enquanto São Paulo abriga 31 unidades médicas possuidoras dessa especialidade de atendimento.

Essa figura 2 corrobora ainda a observação de Robilotta (2006), com relação à proximidade entre produtores e consumidores desses produtos, fruto, como já citado, da limitação imposta pelo fenômeno da meia-vida do flúor, presente na fluordesoxiglicose.

5 CONCLUSÕES

Do ponto de vista da produção de radiofármacos, especificamente da FDG, o objetivo desejado com a abertura da exploração dessa atividade pela iniciativa privada, transcorrida uma década, pode ser ainda considerado distante.

O cenário atual, tanto do ponto de vista da produção de FDG quanto da disponibilidade de serviços de medicina diagnóstica por imagem à população, avançou de tal forma que, apenas com a produção pública não seria possível.

Importa destacar algumas discrepâncias nessa seara, como a concentração de ciclotrons e serviços de medicina nuclear no sudeste - sul do Brasil, em especial no Estado de São Paulo, que, como vimos, dispõe em seu território de uma estrutura de produção e atendimento bastante consistente, embora, mesmo nessa unidade federativa, seja perceptível a assimetria entre a oferta desse conjunto tecnológico disponível na região metropolitana e a sua rarefação no interior, especialmente a zona oeste do estado.

Dos 27 estados da federação, 19 não possuem ciclotrons em seus territórios, sejam públicos ou privados; alguns, como por exemplo, o Amazonas e o Pará, contam com serviços de medicina nuclear, nos quais são utilizados radiofármacos de meia-vida superior a duas horas. Em outros, como Acre e Paraíba, existe uma carência total na prestação desses serviços para a população.



Tal situação acaba por excluir boa parte da população da possibilidade de acesso a essa metodologia médica ou determina uma migração de pacientes de um estado para outro, na busca por um diagnóstico mais preciso ou tratamento necessário.

O aprofundamento da pesquisa poderia identificar e qualificar entraves que estariam dificultando o desenvolvimento dessa atividade e, conseqüentemente, de uma oferta mais ampla e harmônica dessa tecnologia médica à população brasileira.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, Ricardo Schinaider; MANINI, Ricardo. A fisiologia da obesidade: bases genéticas, ambientais e sua relação com o diabetes. *Comciencia*, v. 145, 2013. Disponível em: < <http://comciencia.scielo.br/pdf/cci/n145/03.pdf>>. Acessado em: 21 jul. 2015.

ALVES, Flávia Neves Rocha; GIORGIS, Lucia S.; ARAÚJO, Elaine Bortoleti. Registro e boas práticas de fabricação de radiofármacos. In. VEIRA, Fernanda Pires; REDIGUIERI, Camila Fracalossi; REDIGUIERI, Carolina Fracalossi (Org.) *A regulação de medicamentos no Brasil*. Porto Alegre: Artmed, 2013, p. 97-110.

ANDRADE, Ana Maria Ribeiro. *A opção nuclear: 50 anos rumo à autonomia*. Rio de Janeiro: MAST, 2006.

ASAI, Nobuhiro et al. Eficácia da tomografia por emissão de pósitrons com ¹⁸F com fluordesoxiglicose com tomografia computadorizada na avaliação de recidiva de cancer de pulmão. *J Bras pneumol*. 2013; 39(2):242-244.

BARBOSA, Antonio J. Nota Introdutória a uma História do Parlamento. Brasília: Câmara dos Deputados, 2007. [Acesso em 27 jul 2015]. Disponível em: <http://escola.alesc.sc.gov.br/>

BELLEVRE, Dimitri et al. Staging the axilla in breast cancer patients with ¹⁸F-FDG PET: how small are the metastases that we can detect with new generation clinical PET systems? *Eur J NuclMed Mol Imaging*. 2014; 41(6):1103-1112.

BITENCOURT, Almir Gavião Vieira et al. Correlação entre resultado do PET/CT e achados histológicos e imuno-histoquímicos em carcinomas mamários. *Radiol. Bras*. 2014;47(2)67-73.

BONI, Valdeti; QUARESMA, Sílvia Jurema. Aprendendo a entrevistar: como fazer



entrevistas em ciências sociais. *Revista dos pós-graduandos em solociologia pública da UFSC*. 2005;2(1):68-80.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. 05 de outubro de 1988. [Acesso em 11 mar 2015]. Disponível em: http://www.senado.gov.br/legislacao/const/con1988/CON1988_05.10.1988/

BRASIL. Emenda Constitucional nº 49, de 08 de fevereiro de 2006. Exclui do monopólio da União a produção, a comercialização e a utilização de radioisótopos de meia-vida curta, para usos médicos, agrícolas e industriais. [Acesso em 11 mar 2015]. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/Emendas/Emc/emc49.htm

BRASIL. Lei nº 1.310/51, de 15 de janeiro de 1951. Cria o CNPq e dá outras providências. [Acesso em 11 mar 2015]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/LEIS/1950-1969/L1310.htm

BRASIL. Lei nº 5.991/73, de 17 de dezembro de 1973. Dispõe sobre o Controle Sanitário do Comércio de Drogas, Medicamentos, Insumos Farmacêuticos e Correlatos, e dá outras Providências. [Acesso em 01 abr 2015]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5991.htm

CARDOSO, Eliezer Moura. *A energia nuclear (apostila educativa)*. Rio de Janeiro: CNEN, 2012.

CHEN, Z. et al. A murine lung cancer co-clinical trial identifies genetic modifiers of therapeutic response. *Nature*. 2012;483(7391):613-617.

CIMol. Centro de Imagem Molecular do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia - Medicina Molecular. Como é o exame de PET/CT?, 2012. [Acesso em 11 mar 2015]. Disponível em: http://www.medicina.ufmg.br/inct/cimol/?page_id=74

CNEN. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Instalações Autorizadas, 2015b. [Acesso em 11 mar 2015]. Disponível em: <http://www.cnen.gov.br/instalacoes-autorizadas>

CNEN. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Licenciamento de Instalações Nucleares, 2002. [Acesso em 01 abr 2015]. Disponível em: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm104.pdf>



CNEN. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Licenciamento de Instalações Radiativas, 2014. [Acesso em 01 abr 2015]. Disponível em: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm602.pdf>

CNEN. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Relatório de Gestão, 2015a. [Acesso em 11 mai 2015]. Disponível em: http://www.cnen.gov.br/images/cnen/documentos/acesso_a_informacao/rel-gestao-2014.pdf

CNEN. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Relatório de Gestão, 2006. [Acesso em 11 mai 2015]. Disponível em: http://www.cnen.gov.br/images/cnen/documentos/acesso_a_informacao/rel-gestao-2006.pdf

CNEN. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Relatório de Gestão, 2011. [Acesso em 11 mai 2015]. Disponível em: http://www.cnen.gov.br/images/cnen/documentos/acesso_a_informacao/rel-gestao-2011.pdf

FACURE, A. et al. Licenciamento de Instalações com Ciclotrón em Brasil: Status y Perspectivas. X Congreso Regional Latino-Americano IRPA de Protección y Seguridad Radiológica. Buenos Aires, Argentina. 2015. [acesso em 15 ago 2015]. Disponível em: <http://www.rivanet.com.ar/clientes/irpa/CiclotronBrasil.pdf>

IEN. Instituto de Engenharia Nuclear. Radiofármacos, 2015. [Acesso em 11 mar 2015]. Disponível em: <http://www.ieng.gov.br/produtos/radiofarmacos/fluor.php>

IPEN. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Construção, instalação e inauguração do reator IEA-R1. 2015a. [Acesso em 11 mar 2015]. Disponível em: http://www.ipen.br/portal_por/portal/interna.php?secao_id=421

IPEN. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Produtos e Serviços, 2015b. [Acesso em 11 mar 2015]. Disponível em: https://www.ipen.br/portal_por/portal/produtos.php?secao_id=35

KRUG, B. et al. Activity-based costing evaluation of [^{18}F]-fludeoxyglucose production. *Eur J Med Mol Imaging*. 2008;35(1):80-88.

LUIZ, Leandro da Conceição; MONTEIRO, Keila Thaís da Silva; BATISTA, Rafaela Tavares. Os aceleradores de partículas e sua utilização na produção de radiofármacos.



Revista Brasileira de Farmácia. 2011, 92(3):90-95. [Acesso em 01 abr 2015].

Disponível em: <http://rbfarma.org.br/files/rbf-2011-92-3-2.pdf>

MARCONI, Marina de Andrade, LAKATOS, Eva Maria. *Fundamentos de metodologia científica*. São Paulo: Atlas; 2009.

MONTE, Osmar; CALLIARI, Luis Eduardo P.; LONGUI, Carlos A. Utilização do 131I no tratamento da doença de Basedow-Graves na infância e adolescência. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2004; 48(1): 166-170.

OKUNO, E. Efeitos biológicos das radiações ionizantes. Acidente radiológico de Goiânia. *Estudos Avançados*, v.27, n. 77, 2013, pp. 185-200.

OLIVEIRA, Ralph Santos; CARNEIRO-LEÃO, Ana Maria dos Anjos. Técnicas para aplicação de FDG-18 na clínica médica. *Acta Sci Health Sci*. 2007;29(2):139-143.

POZZO, Lorena et al. O SUS na medicina nuclear do Brasil: avaliação e comparação dos dados fornecidos pelo Datasus e CNEN. *Radiol Brasileira*. 2014; 47(3): 141-148.

ROBILOTTA, Cecil Chow. A tomografia por emissão de pósitrons: uma nova modalidade na medicina nuclear brasileira. *Rev Panam Salud Publica*. 2006; 20(2/3):134-42.

RSNA. Radiological Society of North América, Inc., 2016. Positron Emission Tomography - Computed Tomography (PET/CT). [Acesso em 06 fev 2016]. Disponível em: <http://www.radiologyinfo.org/en/info.cfm?pg=pet#equipment>

SABBATINI, Renato M.E. How PET works. *Revista Eletrônica de Divulgação Científica de Neurociência*. 1997. [Acesso em 11 mar 2015]. Disponível em: <http://www.cerebromente.org.br/n01/pet/petworks.htm>

SAHA, G. B. *Fundamentals of Nuclear Pharmacy*. 6 ed., New York: Springer, 2010.

SANTOS-OLIVEIRA, Ralph; CARNEIRO-LEÃO, Ana Maria dos Anjos. História da radiofarmácia e as implicações da Emenda Constitucional N. 49. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*. 2008;44(3):377-382.

SBMN. Sociedade Brasileira de Medicina Nuclear. O que é medicina nuclear? 2015a. [Acesso 03 jun 2015]. Disponível em: http://www.sbmh.org.br/site/medicina_nuclear

SBMN. Sociedade Brasileira de Medicina Nuclear. Radiofármaco que auxilia no diagnóstico da doença de Alzheimer é produzido pela primeira vez no Brasil. 2015c. [Acesso em 05out 2015]. Disponível

em: <http://www.sbmh.org.br/site/secao/visualiza/1209>



SBMN. Sociedade Brasileira de Medicina Nuclear. SBMN Solicita Suspensão de Aumento no Valor do Insumo Radioativo à MCTI e MS. 2015b [Acesso em 03 jun 2015]. Disponível em: <http://www.sbm.org.br/site/secao/visualiza/1390>

SEBASTIANES, F. M. et al. Avaliação pré-operatória com PET-18F-FDG de nódulos de tireoide com citologia indeterminada. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*. 2008;52(7):1176-1183.