



# CARACTERIZAÇÃO DOS RADIOFÁRMACOS E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O PROCESSO DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEM

Daniel Lopes Araújo <sup>1</sup>  
Laisa Vilar Cordeiro <sup>2</sup>

## RESUMO

Os radiofármacos são compostos, que possuem na sua composição um radionuclídeo e são utilizados na Medicina Nuclear para fins de diagnóstico e terapia de várias doenças. Possuem algumas características muito importantes para que sejam escolhidos para a utilização no que se diz respeito ao processo de diagnóstico por imagem, já que essas substâncias precisam ter um tempo de meia-vida muito curto para que sejam usados na clínica diagnóstica. Precisam ser preparados de acordo com normas rigorosas de controle e qualidade de processamento, para que assim, possa assegurar que as doses de radiação que o paciente recebe sejam mínimas e o resultado esperado seja eficaz.

**Palavras-chave:** Medicina Nuclear, Radiofármacos, Radionuclídeo, Cintilografia.

## INTRODUÇÃO

A Medicina Nuclear (MN) é uma especialidade médica desenvolvida por profissionais médicos nucleares, onde se utiliza uma fonte de radiação mínima para métodos diagnósticos, terapêuticos, podendo até auxiliar em alguns procedimentos cirúrgicos. Para que esses métodos cheguem a ser realizados é necessário a utilização de uma substância, a qual é chamada de radiofármaco, os quais são fontes radioativas não seladas que possuem um radionuclídeo na sua composição interna (MIGUEL et al, 2017).

Para Gonçalves (2018), é necessário que se esclareça a questão em relação aos radiofármacos e a medicina nuclear, havendo assim a desmistificação no que se diz respeito ao uso de elementos radioativos diante da medicina, já que, se forem utilizados de forma segura, representa um importante passo para o processo de diagnóstico por imagem.

Desde os primórdios dos estudos que envolviam esses elementos, tendo em vista o primeiro e exclusivo registro de um radionuclídeo em um ser humano para finalidade médica,

---

<sup>1</sup>Graduando do Curso de Tecnologia em Radiologia pelo Centro Universitário de Patos - PB, [daniel124.dl718@gmail.com](mailto:daniel124.dl718@gmail.com);

<sup>2</sup>Orientadora e Doutoranda em Produtos Naturais Bioativos pela Universidade Federal da Paraíba - PB, [laisavilar@gmail.com](mailto:laisavilar@gmail.com);



em 1927, até os dias de hoje, muito tem sido investigado acerca dessa temática, e as evoluções científicas são perceptíveis. Entretanto, no Brasil o processo ainda se configura de forma lenta, no que se refere aos outros países, e para que essa situação se reverta, é necessário a ação simultânea de diversos profissionais como físicos, químicos, engenheiros, médicos, farmacêuticos, profissionais de técnicas radiológicas e nucleares e biomédicos (GONÇALVES, 2018).

O objetivo desta pesquisa foi analisar as principais características dos radiofármacos e sua eficácia para o radiodiagnóstico de fisiopatologias do sistema humano.

## **METODOLOGIA**

Este estudo trata-se de uma revisão de literatura, realizada por consulta em artigos científicos selecionados através de busca no banco de dados Scielo e Google Acadêmico. A pesquisa destes foi realizada em dezembro de 2019. A busca desses dados foi executada utilizando as palavras-chaves: Medicina Nuclear, Radiofármacos, Radionuclídeo e Cintilografia. No critério de inclusão, optou-se por artigos completos, nos idiomas inglês e português e foram excluídos artigos publicados anteriormente ao ano de 2015.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

Os radiofármacos podem ser produzidos em radiofarmácias industriais ou hospitalares que tenham autonomia diante do manuseio dos mesmos e estejam devidamente regulamentadas pelos órgãos que regem as leis dentro dos parâmetros radiológicos específicos, como a Comissão de Energia Nuclear (CNEN) e a Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA) (FERREIRA, 2018).

Se tratando da medicina nuclear, os radiofármacos mais utilizados são Flúor 18, Xénon 133, Tecnécio 99, Iodo 123, Tálcio 201, Iodo 131, Gálio 67, Cripton 81. Em território brasileiro, pesquisas apontam que os elementos mais utilizados são tecnécio 99 para exames de cintilografia e renal estática, o iodo 131 é comumente utilizado para tratamento de fisiopatologias como o hipertireoidismo e câncer de tireoide, o gálio 67 é mais usado em tratamentos a longo prazo, com pacientes acometidos com linfoma e processos inflamatórios e infecciosos (GONÇALVES, 2018).



O Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) que também faz o uso de radiofármacos em pesquisas e em procedimentos em favor da sociedade, preza muito pelo controle e qualidade desses elementos, desde a parte inicial, no reator nuclear, até serem encaminhados as radiofarmácias. Esse Instituto traz a estimativa de realização de 3 milhões de exames com esses elementos, utilizando aparelhos de aceleradores de partículas e um reator nuclear (GONÇALVES, 2018).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para que se entenda a dinâmica dos radiofármacos é necessário que sejam compreendidas algumas características dos mesmos (figura 1). Uma das características mais importantes dos radiofármacos é o tempo de meia-vida, que também pode ser chamado de período de semidesintegração, o qual é o tempo necessário para que o isótopo radioativo possa decair até chegar à metade. Existe também o modo de decaimento, que é considerado como a emissão de raios alfa, beta ou gama. Ainda no modo de decaimento encontra-se a dinâmica dos núclídeos, que acontece quando um núclídeo pai decai para um núclídeo filho, alterando assim seu tempo de meia-vida. Transição Isomérica (TI) é quando o molibdênio-99 decai para o tecnécio-99. E (CE) significa captura eletrônica. Outra característica seria a energia por raios gama (keV) (WILLEGAIGNON et al., 2015).

**Figura 1.** Exemplos de Radionúclídeos

Radionúclídeo	Tempo de meia-vida	Modo de decaimento	Energia raios $\gamma$ (keV)	Abundância da emissão $\gamma$ (%)
<sup>99m</sup> Tc	6 h	TI	140	89
<sup>131</sup> I	193 h	$\beta^-$ , g	364	81
<sup>123</sup> I	13 h	CE	159	83
<sup>67</sup> Ga	78 h	CE	93, 185, 300, 394	37, 20, 17, 5
<sup>111</sup> In	67 h	CE	171, 245	90, 94
<sup>201</sup> Tl	73 h	CE	135, 167	3, 20
<sup>11</sup> C	20,4 min	$\beta^+$	511	99,8
<sup>13</sup> N	10 min	$\beta^+$	511	100
<sup>15</sup> O	2,07 min	$\beta^+$	511	99,9
<sup>18</sup> F	110 min	$\beta^+$	511	96,9
<sup>124</sup> I	4,2 dias	$\beta^+$	511	25
<sup>64</sup> Cu	13 h	$\beta^+$	511	38

**Fonte:** Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas

Cada radiofármaco tem uma função específica para cada estrutura do corpo humano, alguns mais usados do que outros. Pode-se citar, por exemplo, o tecnécio-99 (<sup>99m</sup>-TC) que é

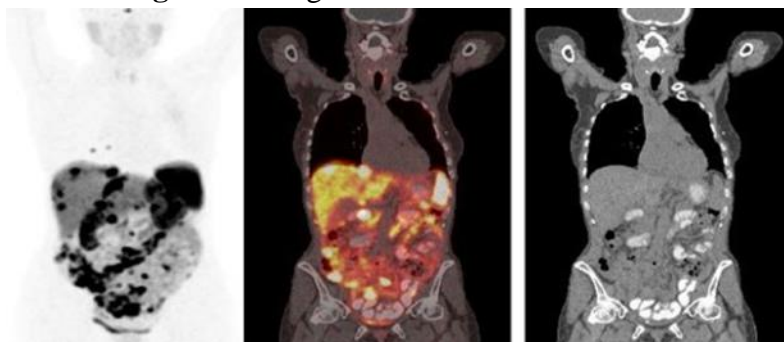


o mais comum e utilizado em quase todos os órgãos, agindo no diagnóstico ou terapia de tumores neuroendócrinos, avaliação da função cerebral, avaliação da função hepática, ductos e vesícula biliar. O iodo-131 ( $^{123}\text{I}$ ) é utilizado na região da glândula da tireoide. O índio-111 ( $^{111}\text{I}$ ) é usado para o estudo do líquido cefalorraquidiano e sequelas de trombose e o Gálio-67 ( $^{67}\text{Ga}$ ) é utilizado para análise de tecidos moles, como as articulações e músculos (OLIVEIRA, 2006).

Miguel et al., (2017) evidenciam a importância no controle e produção desses materiais, já que, como se tratam de substâncias bastante complexas, é necessário que se tenha um preparo adequado, desde o reator nuclear, que é onde ocorre sua produção inicial, até os centros de radiofarmácias, para onde esse material é encaminhado. Existem entidades específicas para a criação desses radiofarmacos.

A PET-Scan, é uma sigla que vem do inglês, sendo traduzida para o português como Tomografia por Emissão de Positrons, que é um método de aplicação de radiofarmacos para o processo de diagnóstico, onde o radionúclideo é introduzido no paciente e vai de encontro a alguma substância que é metabolizada pelo corpo humano, nesse caso, podendo ser o oxigênio ou a glicose, quando acontece o encontro, as duas substâncias se misturam, dando origem a uma espécie de rastreador radioativo, que se atrela ao órgão ou tecido no qual o paciente está sendo submetido para o diagnóstico. Neste método o radiofarmaco mais utilizado é o Flúor-18, também chamado de FDG (LAPA, 2016).

**Figura 2.** Imagens de Exame na PET-Scan



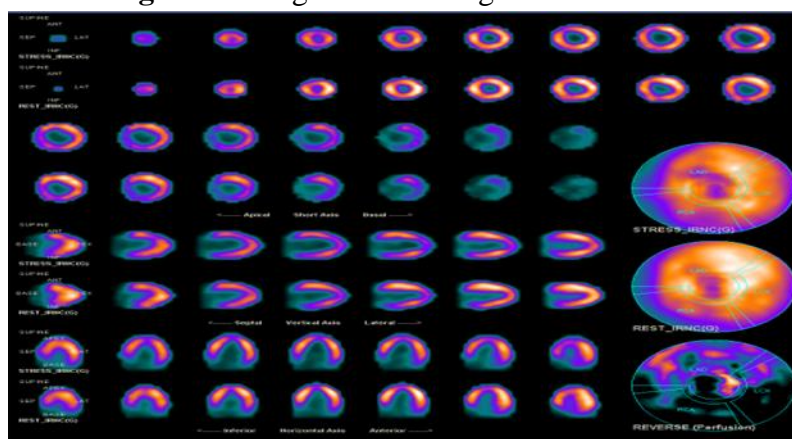
**Fonte:** Portal da Radiologia

Outro exame onde comumente onde se utiliza radiofarmacos para a sua realização é a Cintilografia, a dose de radiação nesse exame é mínima, permitindo que seja feita a análise da funcionalidade de diversas estruturas anatômicas do corpo humano e assim, diagnosticar uma possível patologia interna e complexa (MELLO, 2018).



Na Cintilografia, o órgão mais analisado é o coração e suas estruturas adjacentes, como as artérias coronárias e o músculo do miocárdio, assim como possíveis problemas que possam acometer essas áreas, como por exemplo, obstruções coronarianas, através da perfusão cardíaca. É importante salientar que, na imagem não é possível identificar a obstrução em si, mas, os problemas que essas obstruções estão causando no órgão. Nesse método, o paciente é submetido a dois momentos, um estado de repouso e um estado de estresse físico, ou farmacológico, ou seja, causado por algum tipo de fármaco. As imagens nas linhas ímpares representam o momento de estresse e as linhas pares evidenciam o momento em repouso. É utilizado para a cintilografia cardíaca ou de perfusão miocárdica (figura 3) o radiofármaco Tecnécio-99 ( $^{99m}\text{Tc}$ ) (REIS, 2017; DONDI, 2018).

**Figura 3.** Imagens de cintilografia miocárdica



**Fonte:** Medphoton

Já a cintilografia renal estática ou dinâmica é um método indicado para análise da funcionalidade do rim, sendo possível detectar alguma inflamação ou alguma cicatriz renal, em casos mais graves, esses danos podem fazer com que ocorra perda da função renal. Através da utilização do tecnécio-99 ( $^{99m}\text{Tc}$ ), que é o radiofármaco usado nesse exame, que permite o estudo específico dimensional, morfologia, localização renal, avaliação do córtex renal e detecção de lesões infecciosas (JÚNIOR, 2018).

Existem ainda outros tipos de cintilografia, como é o caso da perfusão pulmonar, que é indicada quando há suspeita de uma possível embolia pulmonar. Cintilografia óssea, realizada para analisar o sistema esquelético do paciente, e assim, detectar metástases ou outras doenças ósseas. Cintilografia das vias biliares, que é indicada para diagnóstico de alguma disfunção hepática no paciente. É importante salientar que existem outros tipos de cintilografias, como

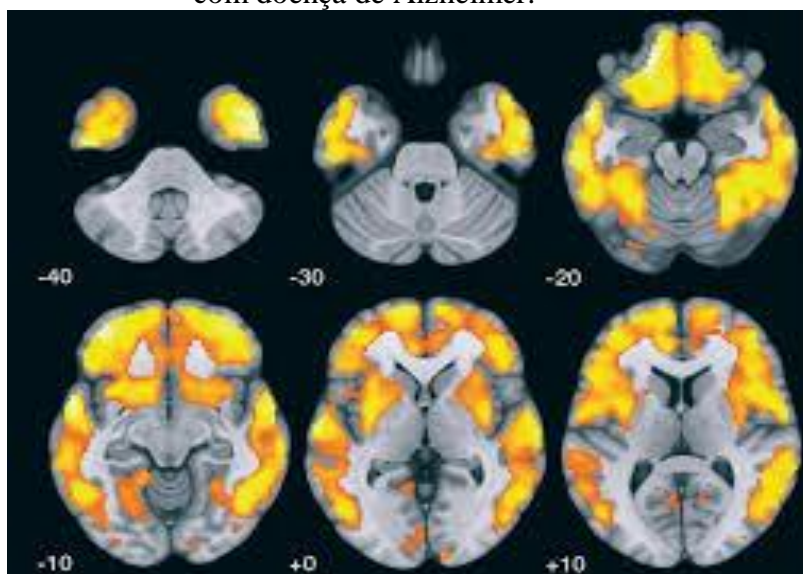




as das vias lacrimais e das regiões genitais, entretanto são menos comuns em relação as citadas acima (WILLEGAIGNON et al, 2015).

Esses radionuclídeos também desempenham um importante passo para o diagnóstico de doenças cerebrais e neurodegenerativas, como por exemplo a Doença de Alzheimer, Doença de Parkinson, Epilepsia, Doença cerebrovascular (RODRIGUES, 2017).

**Figura 4.** Imagem evidenciando o acúmulo de placas amiloides no grupo de pacientes com doença de Alzheimer.



**Fonte:** (FARIA, 2017)

Videira et al., (2020) em um estudo recente evidenciam a importância de radiofármacos emissores de pósitrons para o diagnóstico e estadiamento do câncer de próstata, onde por muitos anos o 18F-FCH foi considerado o biomarcador padrão ouro para a imagem funcional do CaP. Contudo, por se tratar de um câncer muito comum na atualidade, novos estudos foram realizados afim de encontrar novas fórmulas mais eficientes diante dessa fisiopatologia e foi comprovado a maior eficácia do 68Ga-PSMA-11 devido a maior precisão e obtenção química na medicina nuclear.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pontanto, é perceptível a importância do uso dos radiofármacos para o diagnóstico e terapia de patologias mais complexas, que precisam de métodos mais seguros e com menos efeitos adversos que possam atingir o paciente. Mas, sabe-se que todos os dias muitas



investigações e pesquisas são realizadas em torno desta temática, para que dessa forma, exista o desenvolvimento de radiofármacos ainda mais eficientes, capazes de fornecer informações a nível molecular, relativa as alterações associadas às diversas patologias, e assim, poder compreendê-las para um diagnóstico mais seguro.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, pelo grande presente, que é o dom da vida;

À minha família por ser sinônimo de amor e perseverança, além de me motivar todos os dias a sempre dar o meu melhor. Em especial a minha avó, Maria do Socorro, por ser a síntese de luta e força;

À minha prima, Maiza Cordão, por inspiração dentro da ciência;

À orientadora desse artigo, Laisa Vilar, pela atenção e comprometimento para que tudo fosse produzido da melhor forma;

Aos meus professores, Marcela Meira, Janne Nóbrega, Lídia Pinheiro, Jucilene Souza, Tatiana Lima, Nayara Freire, Cláudia Patrícia e Sloana Giesta, Mário Trigueiro, Iankel Ribeiro, Bruno Leite por serem inspiração para mim e por ter despertado e me conduzido a iniciação científica;

À uma pessoa que tem se mostrado muito especial nos últimos meses, por me fazer contemplar o amor de verdadeiros irmãos, mesmo de longe, à você Gildileny, por torcer por me todos os dias e mostrar que eu nunca estarei sozinho;

Aos meus amigos, Gabrielly, Tessya, Elayne, Lázara, Lucas, Taynara, Sara, Eduarda, Luciano e Maxsuel por serem tão presentes em minha vida e sempre acreditarem em mim.

## REFERÊNCIAS

DONDI, Maurizio; PASCUAL, Thomas; PAEZ, Diana. Improving nuclear medicine practices in cardiology in the emerging economies: role of the International Atomic Energy Agency. **International Journal of Cardiovascular Sciences**, v. 31, n. 1, p. 71-78, 2018.

FARIA, Daniele de P. et al. Topography of <sup>11</sup>C-Pittsburgh compound B uptake in Alzheimer's disease: a voxel-based investigation of cortical and white matter regions. **Brazilian Journal of Psychiatry**, v. 41, n. 2, p. 101-111, 2019.



FERREIRA, ANA CAROLINA. **CONTROLE DE QUALIDADE DOS RADIOFÁRMACOS.** 2018.

GONÇALVES, Aldavid Nogueira et al. Os radiofármacos mais utilizados no Brasil. **Revista Remecs-Revista Multidisciplinar de Estudos Científicos em Saúde**, p. 8, 2018.

JÚNIOR, Gomes; FERREIRA, Elison. **O uso da cintilografia renal estática com <sup>99m</sup>Tc-DMSA para diagnóstico de pielonefrite aguda.** 2018.

LAPA, Paula et al. PET/CT com Fluorocolina-F18 no estadiamento inicial do carcinoma da próstata. **Acta Urológica Portuguesa**, v. 33, n. 3, p. 87-97, 2016.

MELLO, Caio et al. Desenvolvimento de um sistema de suporte a decisão para apropriação de exame de cintilografia de perfusão miocárdica. In: **Escola Regional de Computação Aplicada à Saúde (ERCAS-RJ 2018)**. SBC, 2018.

MIGUEL, B. et al. **CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES DE ELEMENTOS RADIOATIVOS NA MEDICINA NUCLEAR.** 2017.

REIS, Christiane Cigagna Wiefels et al. Aplicabilidade da cintilografia miocárdica de perfusão na avaliação do sincronismo cardíaco. **Arq Bras Cardiol imagem cardiovasc**, v. 30, n. 2, p. 54-63, 2017.

RODRIGUES, Ana Filipa dos Santos Queluz. **Aplicação de radiofármacos no diagnóstico de patologias cerebrais e de doenças neurodegenerativas.** 2017. Tese de Doutorado.

VIDEIRA, Heber Simões et al. O cenário mundial de radiofármacos emissores de pósitrons para diagnóstico e estadiamento de câncer de próstata em medicina nuclear. **Brazilian Journal of Radiation Sciences**, v. 8, n. 1, 2020.

WILLEGAINON, Jose et al. Atividades de radioisótopos administradas em medicina nuclear e proposta de nível de referência em diagnóstico (DRL) para pacientes adultos e pediátricos no Brasil. **Alasbimn Journal**, 2015.