

## **ATIVIDADES ADMINISTRADAS DE $^{18}\text{F}$ -FDG AOS PACIENTES PEDIÁTRICOS NAS CLÍNICAS PET NO BRASIL - ESTUDO PRELIMINAR**

**Cássio Miri Oliveira<sup>1,2</sup>, Lídia V. de Sá<sup>3</sup> e Teógenes A. da Silva<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Pós-Graduação em Ciências e Técnicas Nucleares – Universidade Federal de Minas Gerais (PCTN/UFGM);  
Av. Presidente Antônio Carlos, 6.627; Campus Pampulha, 31270-901– Belo Horizonte/MG, Brasil  
[cmo@cdtn.br](mailto:cmo@cdtn.br)

<sup>2</sup>Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN/CNEN) Av. Presidente Antônio Carlos, 6.627;  
Campus Pampulha, 31270-901– Belo Horizonte/MG, Brasil  
[silvata@cdtn.br](mailto:silvata@cdtn.br)

<sup>3</sup>Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD/CNEN) – Av. Salvador Allende s/n, 22780-160 - Rio de  
Janeiro/RJ, Brasil  
[lidia@ird.gov.br](mailto:lidia@ird.gov.br)

Código - 3139

### **RESUMO**

Devido ao aumento da demanda por exames de Tomografia por Emissão de Póstron (PET) utilizando o radiofármaco ( $^{18}\text{F}$ -FDG) nota-se a crescente aquisição de novos equipamentos PET pelas clínicas brasileiras. Atualmente, o Brasil dispõe de aproximadamente 70 serviços de Medicina Nuclear com tecnologia PET, distribuídos em todo o território nacional, e oito centros de produção do radiofármaco  $^{18}\text{F}$ -FDG. Para a administração das “doses” aos pacientes, as clínicas de medicina nuclear geralmente seguem recomendações internacionais distintas e, por este motivo, pode ocorrer uma variação significativa das atividades administradas entre os diferentes serviços. Este fato ainda é mais relevante quando se trata de pacientes pediátricos, devido a maior radiosensibilidade das crianças à radiação ionizante. Assim, um levantamento foi realizado junto às clínicas PET brasileiras, com o objetivo de conhecer as atividades administradas aos pacientes pediátricos oncológicos e avaliar se ocorrem diferenças significativas entre os protocolos adotados. Além disso, este levantamento pode cooperar para a sugestão de níveis de referência em diagnóstico (NRD) em medicina nuclear. Embora a metodologia adotada para administração de “doses” pela maioria das clínicas ser baseada no peso do paciente, os resultados indicaram variações de até 191,6% nas atividades administradas entre as clínicas, mesmo para equipamentos semelhantes. O valor médio da distribuição de atividades reportadas foi de  $4,46 \pm 1,16$  MBq/kg. Estes dados demonstram a necessidade de harmonização e otimização dos procedimentos  $^{18}\text{F}$ -FDG/PET, além do treinamento para capacitação dos profissionais envolvidos na rotina clínica.

### **1. INTRODUÇÃO**

Em 1998, o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) em São Paulo - SP foi o primeiro a iniciar o fornecimento comercial do  $^{18}\text{F}$ -FDG para uso em Tomografia por Emissão de Póstrons (PET). Desde então, o Instituto de Engenharia Nuclear (IEN) no Rio de Janeiro - RJ em 2003, e, sequencialmente, o Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN) em parceria com a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) em Belo Horizonte - MG e o Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste (CRCN) em Recife – PE iniciaram a produção do  $^{18}\text{F}$ -FDG em 2008 e 2010, respectivamente. Além dos institutos da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), outros centros produtores privados ou associados às instituições públicas surgiram apoiados por alterações na Constituição brasileira, que resultaram na flexibilização do monopólio de produção de radionuclídeos de meia-vida curta para aplicações médicas em 2006 [Oliveira *et al*, 2012]. Os novos centros de produção estão sendo criados para suprir o aumento da demanda por exames  $^{18}\text{F}$ -FDG/PET,

sendo que o Brasil contabilizou em 2012 aproximadamente 70 clínicas que possuem equipamentos PET e/ou PET/CT, incluindo os equipamentos ainda em fase de licenciamento.

O aumento da demanda clínica por  $^{18}\text{F}$ -FDG/PET tem desencadeado avanços tecnológicos em vários campos, tais como, tecnologia de aceleradores (aceleradores compactos de pequeno porte), radioquímica, módulos de processamento automatizados, novos sistemas de detecção e softwares de imagens [IAEA, 2006]. Devido a estes avanços nos diversos processos envolvidos na Medicina Nuclear, a crescente aquisição de novos equipamentos e, ainda, a construção de novos centros particulares produtores de  $^{18}\text{F}$ -FDG é imprescindível que métodos e práticas sejam desenvolvidos ou otimizados. Para, desta forma, acompanhar a evolução desta técnica, cooperando para a garantia de qualidade dos procedimentos, para segurança dos indivíduos envolvidos nas diversas etapas do processo e, principalmente, para manter a saúde e o bem-estar dos pacientes.

O objetivo final de um exame de Medicina Nuclear é fornecer uma imagem de boa qualidade diagnóstica para melhor avaliação do problema clínico. No entanto, diversos são os fatores que a influenciam, como por exemplo: a instrumentação utilizada, os protocolos de aquisição, as características individuais de cada paciente, a atividade administrada a ele, entre outros.

No Brasil, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) é o órgão responsável pelo controle e o uso de material radioativo no país, incluindo equipamentos médicos que emitem radiação ou utilizem fontes radioativas. No entanto, a técnica PET é relativamente nova e, por este motivo, a CNEN ainda não possui normas específicas para as práticas e controles de qualidade envolvendo estes tipos de equipamentos. Dessa forma, o que ocorre atualmente é que as clínicas PET seguem recomendações dos fabricantes dos equipamentos ou diferentes recomendações internacionais que sugerem, por exemplo, a atividade a ser administrada ao paciente. No entanto, a rápida evolução dos equipamentos PET, com novos *softwares* de processamento de imagem e detectores mais eficientes (cristais cintiladores mais rápidos) induzem que estudos contínuos das quantidades em atividade ou “dose” administradas aos pacientes sejam acompanhados e otimizados, visando cooperar para a produção de recomendações nacionais relacionadas aos procedimentos que resultem em uma boa qualidade de imagem diagnóstica com menores doses ao paciente.

Este fato é ainda mais relevante quando se trata de pacientes pediátricos, devido à maior radiosensibilidade das crianças à radiação ionizante. Por este motivo, o objetivo deste trabalho é realizar um levantamento junto às clínicas PET brasileiras de forma a conhecer as atividades administradas aos pacientes pediátricos e avaliar se ocorrem diferenças significativas entre os protocolos. Além disso, o levantamento das atividades administradas pode cooperar para conscientização dos profissionais envolvidos nos exames e para otimização dos procedimentos, além da sugestão de níveis de referência em diagnóstico (NRD), que devem ser obtidos para cada país ou região e devem ser implementados pelo governo juntamente com as autoridades regulatórias nacionais e associações de classe.

## 2. METODOLOGIA

Para a obtenção das atividades administradas aos pacientes pediátricos pelas clínicas  $^{18}\text{F}$ -FDG/PET brasileiras foi produzido um Questionário que buscou também informações sobre

as especificações dos equipamentos, protocolos, controle de qualidade, entre outros. Além disso, esse Questionário visou conhecer as recomendações de “dose” seguidas pelas diferentes clínicas apresentadas nesse trabalho de forma anônima através de numeração aleatória.

A maioria das atividades administradas fornecidas foi normalizada em relação ao peso dos pacientes pediátricos (MBq/kg). Assim, foi possível conhecer as atividades administradas pelas clínicas e avaliar as diferenças entre elas.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A Tabela 1 apresenta as recomendações seguidas pelas clínicas para administração das “doses”  $^{18}\text{F}$ FDG-PET.

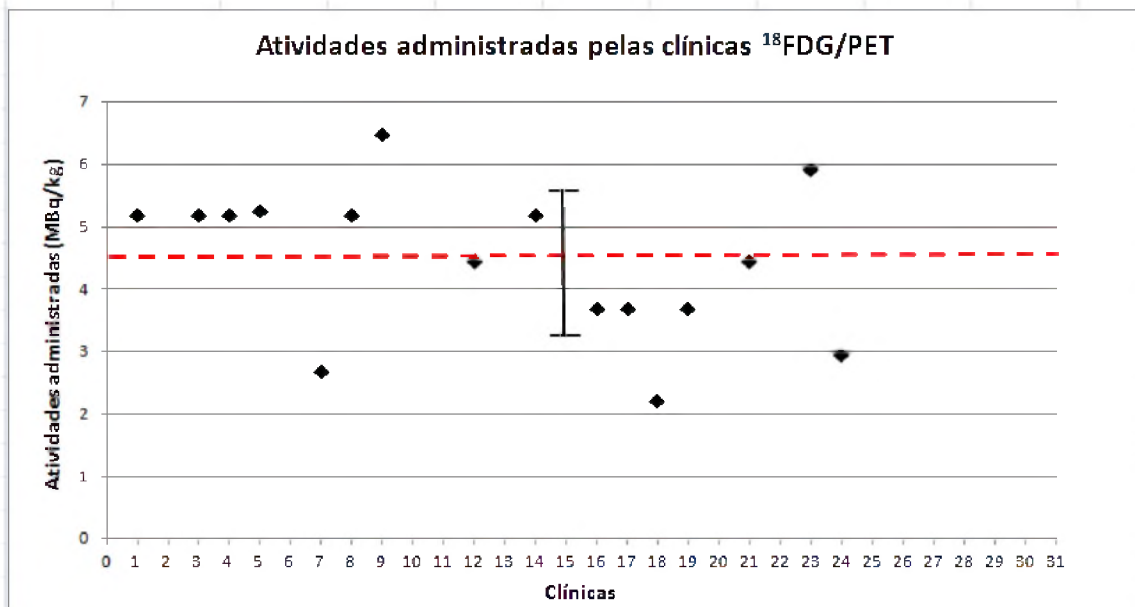
**Tabela 1. Recomendações de “dose” seguidas por algumas clínicas**

<i>Clínicas</i>	<i>Recomendações de “dose”</i>
1	*
2	*
3	Fabricante equipamento
4	Médico nuclear
5	Universidade Sherbrook – Canadá
6	*
7	Internacionais
8	Supervisor de Radioproteção
9	*
10	Internacionais
11	*
12	*
13	Qualidade da imagem
14	Paediatric Dosage Card
15	JNM Guide
16	Fabricante equipamento
17	Internacionais
18	Internacionais
19	*
20	Internacionais
21	Não sabem
22	Fabricante equipamento
23	Internacionais
24	Fabricante equipamento
25	*
26	*
27	*
28	*
29	*
30	*
31	*

\* informação não fornecida

A partir da Tabela 1 nota-se que as clínicas  $^{18}\text{F}$ -FDG/PET seguem diferentes recomendações para a administração de atividades em pacientes. As informações sobre tal questão foi manifestada por 17 clínicas, das quais nove apontaram seguir documentos internacionais referentes à administração de atividades e quatro clínicas reportaram seguir as recomendações do fabricante do equipamento. As clínicas de número 4 e 8 informaram seguir as recomendações do médico nuclear e do supervisor de radioproteção, respectivamente. A clínica 13 informou que a atividade administrada usada foi calculada a partir de testes de qualidade da imagem. Este modo de avaliar a atividade “correta” a ser administrada é adequado, além de ser recomendado para o estabelecimento de NRD. 14 clínicas não forneceram ou não souberam fornecer tal informação. No entanto, as diferentes

recomendações de “dose” seguidas pelas clínicas podem gerar a não padronização das atividades administradas, conforme demonstra a Fig. 1, onde a distribuição das atividades pediátricas administradas é apresentada juntamente com o valor médio obtido, representado pela linha pontilhada.



**Figura 1. Atividades pediátricas administradas reportadas**

De acordo com a Fig. 1, a atividade administrada para pacientes pediátricos oncológicos varia significativamente, alcançando diferenças relevantes de até 191,6%; para equipamentos do mesmo fabricante e tipo de detector. Este dado demonstra que tal conduta deve ser otimizada e ainda mais cuidadosa quando se trata de pacientes pediátricos, devido à maior radiosensibilidade observada em crianças; 10 clínicas informaram administrar a mesma razão da atividade administrada para adultos, alcançando valores máximos de 6,475 MBq/kg ou 0,175 mCi/kg. Este modo de se conduzir um exame pediátrico não condiz com os requisitos de uma boa prática e, por este motivo, os protocolos para estes tipos de exames devem ser revistos e fortemente otimizados. A clínica número 14 utiliza o conceito de atividade mínima administrada, sugerido pela *European Association of Nuclear Medicine (EANM)*, através do *Pediatric Dosage Card*. Esta tabela sugere doses a serem administradas às crianças levando-se em conta o peso e o modo de aquisição (2D e 3D) [Lassmann *et al*, 2007]. Segundo a tabela EANM 2007, a atividade mínima recomendada a ser administrada às crianças é de 70,0 MBq ou 1,9 mCi, abaixo dos valores das atividades mínimas de 111,0 MBq ou 3,0 mCi reportadas pelas clínicas de números 6 e 11, que não foram incluídas no gráfico por não fornecerem as atividades normalizadas em relação ao peso. Nos Estados Unidos, segundo o Guia para o Consenso de Atividades Administradas para Crianças e Adolescentes [North American Consensus Guidelines, 2010], resultado de um levantamento realizado por diversos trabalhos [Treves *et al*, 2008; Lassmann *et al*, 2008; Gelfand *et al*, 2009; Sammer *et al*, 2010; Accorsi *et al*, 2010], a atividade mínima recomendada é ainda menor, de 37,0 MBq ou 1,0 mCi. Em relação à atividade administrada/peso, a recomendação é o intervalo entre 3,7 a 5,18 MBq/kg ou 0,1 a 0,14 mCi/kg. O valor médio obtido entre a distribuição de atividades foi de  $4,46 \pm 1,16$  MBq/kg. O desvio padrão associado demonstrou a alta variação observada entre os valores. Apenas as clínicas de n° 7, 18 e 24 informaram valores abaixo do limite inferior da média associada ao desvio padrão.

É importante ressaltar que o “padrão” de atividade administrada pela clínica deve ser função da qualidade da imagem e, por este motivo, os protocolos dos exames devem ser otimizados e estabelecidos em função deste parâmetro. A variação das atividades administradas demonstrou a desarmonização dos procedimentos e a necessidade de otimização e treinamento contínuo dos profissionais envolvidos na realização dos exames.

#### 4. CONCLUSÕES

O conhecimento das atividades administradas aos pacientes pediátricos pelas diversas clínicas brasileiras  $^{18}\text{F}$ -FDG/PET e a verificação das diferenças significativas entre clínicas com o mesmo equipamento pode fornecer um importante parâmetro para incentivar a otimização dos protocolos de exame pelos profissionais responsáveis. No entanto, este estudo preliminar tem o intuito em conscientizar os profissionais que atuam na realização dos exames, demonstrando que os protocolos podem e devem ser otimizados, o que resultará na diminuição das “doses” aos pacientes levando-se em consideração à qualidade da imagem gerada.

#### AGRADECIMENTOS

O autor Cássio Miri Oliveira agradece a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de doutorado, ao INCT – Metrologia das Radiações em Medicina pelo apoio financeiro; e as clínicas  $^{18}\text{F}$ -FDG/PET que participaram da pesquisa.

#### REFERÊNCIAS

1. OLIVEIRA, C. M., LIMA, F. F., OLIVEIRA, M. L., SILVA, T. V., DANTAS A. L. A., DANTAS, B. M., ALONSO, T. C., AND DA SILVA, T. A. “Evaluation of a Technique for In Vivo Internal Monitoring of  $^{18}\text{F}$  Within a Brazilian Laboratory Network”. Acesso online. *Radiation Protection Dosimetry*, pp. 1–6 (2012).
2. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, "Advances in medical radiation imaging for cancer diagnosis and treatment." *Nuclear Technology Review 2006*, IAEA, Vienna (2006).
3. LASSMANN M, CHIESA C, FLUX G, BARDIES M. “The new EANM paediatric dosage card”. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 34:796-8 (2007).
4. NORTH AMERICAN CONSENSUS GUIDELINES FOR ADMINISTERED RADIOPHARMACEUTICAL ACTIVITIES IN CHILDREN AND ADOLESCENTS. Disponível em: [http://interactive.snm.org/docs/Pediatric\\_dose\\_consensus\\_guidelines\\_Final\\_2010.pdf](http://interactive.snm.org/docs/Pediatric_dose_consensus_guidelines_Final_2010.pdf) (2010).
5. TREVES ST, DAVIS RT, FAHEY FH. “Administered radiopharmaceutical doses in children: a survey of 13 pediatric hospitals in North America”. *J Nucl Med*; 49(6):1024-7; (2008).
6. LASSMANN M, CHIESA C, FLUX G, BARDIES M. Additional notes and erratum found in *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2008; 35:1666-8 and *Eur J Nucl Med Mol Imaging*; 35:2141 (2008).

7. GELFAND MJ, TREVES ST, PARISI MT. "Survey of radiopharmaceutical administered activities used for tumor and whole body imaging in children: survey data". Presented at the *Annual Meeting of the Society for Pediatric Radiology*, Carlsbad, CA, April, 2009.
8. SAMMER M, ALESSIO A, MOHR B, MACHANDA V, PHILLIPS G, PARISI M. "Selection of optimal acquisition duration or injected activity for pediatric FDG-PET/CT" (abstract). *J Nucl Med.*; 51 (Suppl 2):486 (2010).
9. ACCORSI R, KARP JS, SURTI S. "Improved dose regimen in pediatric PET". *J Nucl Med*; 51(2):293-300 (2010).