

INSTALAÇÃO FÍSICA DE UM SERVIÇO DE MEDICINA NUCLEAR

Julia de F. P. de Almeida¹, Maria Eduarda Pires², Thayna
R. da R. Vieira³, Leandro Bolognesi⁴

¹Aluna do curso de Radiologia – Faculdade de Tecnologia de Botucatu – FATEC –
julia.almeida6@fatec.sp.gov.br;

²Aluna do curso de Radiologia – Faculdade de Tecnologia de Botucatu – FATEC –
maria.pires3@fatec.sp.gov.br;

³Aluna do curso de Radiologia – Faculdade de Tecnologia de Botucatu – FATEC –
thayna.vieira4@fatec.sp.gov.br

⁴Professor do curso de Radiologia – Faculdade de Tecnologia de Botucatu – FATEC –
leandro.bolognesi@fatec.sp.gov.br

RESUMO

A medicina nuclear é uma especialidade médica que emprega radionuclídeos para diagnóstico e tratamento, combinando monitoramento e terapia. Este trabalho de revisão teve como objetivo descrever a estrutura física, os instrumentos de medição da radiação e os equipamentos de proteção radiológica necessários para um serviço de medicina nuclear. Dentro das instalações do setor, é imprescindível dispor de um laboratório para a manipulação e armazenamento de fontes radioativas, uma sala para a administração dos radiofármacos, uma área de espera para os pacientes que receberam injeções, um banheiro destinado a esses pacientes, uma sala de exames e, quando necessário, um quarto específico para terapias. Além disso, para assegurar a segurança dos profissionais, é essencial o uso de equipamentos de proteção radiológica. Entre eles, destacam-se os Equipamentos de Proteção Individual (EPI), como o dosímetro, que monitora a dose equivalente e/ou a dose efetiva recebida pelos trabalhadores, além dos Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC). Dois instrumentos também são obrigatórios: o contador Geiger, utilizado no controle de contaminação, e o calibrador de dose (curiômetro), empregado na medição da atividade de radionuclídeos e radiofármacos.

Palavras-chave: Equipamento de proteção radiológica. Estrutura física. Medicina nuclear.

1 INTRODUÇÃO

A medicina nuclear (MN) é uma especialidade dentro da medicina que utiliza diferentes radionuclídeos com características adequadas, para fins diagnósticos e terapêutico. Sendo capaz de evidenciar bem a função do órgão em estudo, enquanto outras modalidades no setor de diagnóstico por imagem destacam melhor os aspectos morfológicos e anatômicos (MESQUITA *et al.*, 2001).

A MN se caracteriza pela utilização de fontes radioativas não seladas, cujo fluxo gera variações nos níveis radiométricos ambientais nas dependências do serviço, desde níveis de taxa de exposição muito baixos, como radiação de fundo, até taxas que acarretam doses acumuladas nos indivíduos ocupacionalmente expostos (IOE) (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Dessa forma, é fundamental compreender como o ambiente físico pode colaborar para tornar a unidade mais segura para todos os seus usuários, sejam eles pacientes, visitantes ou profissionais. Os riscos inerentes à utilização dessa tecnologia precisam ser controlados, com o objetivo de reduzir os impactos da radiação ionizante. Nesse cenário, a arquitetura desempenha um papel essencial ao projetar o espaço de forma a garantir condições apropriadas para a execução das atividades, promovendo segurança e conforto para todos os frequentadores da unidade (CARVALHO, 2014).

Este trabalho de revisão teve como objetivo descrever a estrutura física, os instrumentos de medição da radiação e os equipamentos de proteção radiológica necessários para um serviço de medicina nuclear.

2 DESENVOLVIMENTO DO ASSUNTO

2.1 Princípios da proteção radiológica

O principal objetivo da proteção radiológica é fornecer proteção sem limitar os benefícios das práticas utilizadas. Contudo, devem ser atendidos os princípios de radioproteção: justificação, otimização, limitação da dose individual e seguindo a filosofia ALARA (CNEN, 2013; OLIVEIRA *et al.*, 2021).

2.2 Medidas de proteção radiológica

Há três formas eficazes de evitar os danos provocados pelas radiações: tempo, distância e blindagem. Deve-se manter o mais afastado possível da fonte de radiação, expor-se durante o menor tempo possível e interpor uma barreira entre a fonte e o indivíduo ou ambiente a ser protegido (TAUHATA *et al.*, 2014).

2.3 Classificação de áreas

A setorização dos ambientes deve seguir os níveis de proteção radiológica definidos pelas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Dessa forma, os espaços da unidade podem ser categorizados como áreas controladas, supervisionadas ou livres (CARVALHO, 2014).

Uma área é considerada controlada quando há a necessidade de aplicar medidas específicas de proteção e segurança, garantindo que as exposições ocupacionais normais estejam em conformidade com os critérios de otimização e limites de dose. Além disso, essas medidas visam prevenir ou minimizar a magnitude das exposições potenciais (CNEN, 2024).

A área supervisionada refere-se às áreas que não demandam a implementação de medidas específicas de proteção e segurança, porém, é necessário realizar revisões periódicas das condições de exposição ocupacional para verificar se a classificação da área permanece adequada (CNEN, 2024).

2.4 Instalações físicas

2.4.1 - Sala de espera exclusiva para Pacientes Injetados, fisicamente delimitada

Neste ambiente é onde o paciente que recebeu o radiofármaco aguarda para a realização do exame (ANVISA, 2004). Este ambiente é comumente denominado de "Espera Quente". Para o dimensionamento deste ambiente, deve-se considerar, no mínimo, 0,90 m² por cadeira, sendo obrigatória a existência de pelo menos 01 box para maca com área mínima de 3,00 m² (ANVISA, 2004).

Aconselha-se, nesse ambiente, a colocação de bebedouro, pois a ingestão de água ajuda na eliminação dos radiofármacos administrados. Esse ambiente deve possuir blindagem adequada, ser sinalizado e localizado em área de acesso controlado. Embora nesse local não aconteça a manipulação dos radionuclídeos e dos radiofármacos, a proteção é necessária devido à emissão de radiação por parte dos pacientes injetados (CARVALHO, 2014).

2.4.2 - Sanitário exclusivo para Pacientes Injetados

O sanitário destinado exclusivamente a pacientes injetados em unidades de MN é essencial para garantir a segurança e o controle da contaminação radioativa. Após a administração de radiofármacos, esses pacientes podem excretar resíduos corporais contendo pequenas quantidades de material radioativo. O local deve atender a rigorosos requisitos de construção, utilizando materiais lisos e impermeáveis, além de possuir sistemas de ventilação apropriados e monitoramento da radioatividade residual (ANVISA, 2004).

As portas de banheiros e sanitários destinados a pacientes devem abrir para fora do ambiente ou permitir a remoção da folha pelo lado externo, para que possam ser abertas sem a necessidade de empurrar o paciente que eventualmente possa ter caído atrás da porta. Além disso, devem estar equipadas com fechaduras que permitam fácil abertura em caso de emergência e com uma barra horizontal posicionada a 90 cm do piso (CARVALHO, 2014).

2.4.3 - Laboratório de manipulação e armazenamento de fontes radioativas em uso

Nesse local são realizados a manipulação e o armazenamento de fontes radioativas e a preparação e o fracionamento dos radiofármacos. Essa sala deve possuir uma área mínima de 8,0 m². Este ambiente é comumente chamado de "Sala Quente". Deve-se prever ponto de água fria no acesso para a instalação de lava-olhos e chuveiro de emergência, além de sistema de exaustão. Este laboratório deve ser construído com material de acabamento impermeável, que permita fácil descontaminação; ter piso e paredes com cantos arredondados, bancadas com cuba de, no mínimo, 40 cm de profundidade e torneiras sem controle manual. A bancada de manipulação deve ser de material liso, fácil de descontaminar, revestida com plástico e papel absorvente. Nos casos de fontes voláteis de iodo-131 ou serviços que realizem estudos de ventilação pulmonar, é necessário um sistema de exaustão de ar isolado (CNEN,2013).

2.4.4 - Sala de administração de radiofármacos

Neste ambiente é realizada a administração endovenosa, oral ou inalatória dos radiofármacos (ANVISA, 2004). Deve ter área mínima de 5,50 m² com dimensão mínima de 2,20 m (CNEN, 2013).

2.4.5 - Sala de exames

Nesse ambiente são realizados os exames cintilográficos. O dimensionamento da sala depende do aparelho a ser instalado, devendo-se respeitar as distâncias mínimas entre as extremidades do equipamento e todas as paredes. A cabine de comando deve ter dimensões e blindagem adequadas para proporcionar atenuação suficiente, garantindo a proteção do operador. A localização dessa cabine deve permitir comunicação eficiente e observação visual do paciente. As dimensões e a disposição do equipamento na sala de exames dependem de seu tipo e marca (BRASIL, 2004).

2.4.6 - Quarto terapêutico

O Iodo-131 tem uma grande importância na medicina nuclear, sendo usado para diagnóstico e terapia (iodoterapia). O quarto para terapia de internação não poderá ser compartilhado com outro Serviço de Medicina Nuclear e deverá:

I - Possuir banheiro privativo;

II - Ser blindado para manter os níveis de dose para o público em áreas externas dentro dos limites estabelecidos pelas resoluções da CNEN (CNEN, 2013);

III – Ser obrigatório o uso de biombo blindado ou barreira protetora equivalente, junto ao leito, para a proteção do indivíduo ocupacionalmente exposto. Caso haja mais de um paciente injetado no local, é obrigatório o uso de biombo blindado ou barreira protetora equivalente entre os leitos dos pacientes injetados (CNEN, 2013).

IV – O quarto para terapia com internação deve estar sinalizado com o símbolo internacional de radiação e a classificação da área, bem como apresentar uma tabuleta contendo as seguintes informações: nome e atividade do radionuclídeo administrado; data, hora da administração e registro diário da taxa de dose a 2 (dois) metros do paciente injetado; e nome e telefone do médico nuclear responsável e do supervisor de proteção radiológica;

V – Todos os objetos passíveis de contaminação do quarto para terapia com internação devem ser recobertos com plástico impermeável (CNEN, 2013).

2.5 - Instrumentos de medição da radiação e equipamentos de proteção radiológica

O serviço de MN deve possuir equipamentos de proteção individual (EPI) e equipamentos de proteção coletiva (EPC): dosímetro para monitoração dos indivíduos ocupacionalmente expostos, luvas descartáveis, jalecos de manga longa, transportadores blindados de frasco e seringa, pinças com dimensões adequadas ao tipo de manipulação, blindagem para manipulação, transporte e armazenamento de fontes radioativas e rejeitos e capela de manipulação de fontes radioativas. Entre os instrumentos de medição da radiação, são obrigatórios dois contadores Geiger, um calibrador de dose (Curiômetro) (CNEN, 2013).

Os detectores de radiação do tipo Geiger-Müller são amplamente utilizados no controle de contaminação em Serviços de MN, devido ao seu baixo custo e fácil manuseio. Embora não consigam discriminar o tipo de radiação presente ou sua energia, esses detectores são eficazes em diversas aplicações. Podem ser empregados com uma sonda tipo "pancake" para medir a contaminação superficial, ou com uma sonda cilíndrica para monitoramento da taxa de exposição (SAHA, 2006).

O calibrador de dose (curiômetro) é um equipamento fundamental na radiofarmácia e está sujeito a controle de qualidade. São necessárias quatro medidas essenciais para seu correto funcionamento: precisão, linearidade, exatidão e verificação da geometria (MORAES, 2007).

A exposição à radiação ionizante é controlada por meio do uso de dosímetros pessoais. Esses dispositivos monitoram grandezas radiológicas ou operacionais, as quais

podem estar associadas a um órgão específico ou ao corpo inteiro, permitindo a estimativa da dose equivalente e/ou da dose efetiva recebida pelos trabalhadores devido à sua atividade (TAUHATA *et al.*, 2014). Ao final de cada mês, os dosímetros individuais são analisados por serviços de monitoração autorizados pela CNEN. Na monitoração individual de rotina, os dosímetros termoluminescentes (TLD) são os mais utilizados por apresentarem boa reprodutibilidade na avaliação da dose acumulada e por poderem ser reutilizados após a leitura da dose (CNEN, 2024).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma estruturação física adequada, combinada com o uso correto dos instrumentos de proteção radiológica e os equipamentos de medição da radiação, garante a aplicação rigorosa dos métodos de radioproteção e assegura não apenas a realização eficaz dos procedimentos, mas também a proteção contínua contra os riscos associados à radiação, promovendo um ambiente seguro e eficiente para todos os envolvidos em um serviço de medicina nuclear.

4 REFERÊNCIAS

ANVISA. - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução da diretoria colegiada** – RDC nº 330, de 20 de dezembro de 2019. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2019/rdc0330_20_12_2019.pdf. Acesso em: 15 jul. 2024

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC 50/2002. **Normas para projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde**. 2. ed., Brasília, 2004. Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/res0050_21_02_2002.html&ved=2ahUKEwjz7qyuuaIAxUIRLgEHXJSMO0QFnoECBgQAQ&usg=AOvVaw33Pkt3IE9xkfUCxEzJ9Zpz. Acesso em: 14 jul. 2024

CARVALHO, A. P. **Introdução à arquitetura hospitalar**. Salvador: EDUFBA, 2014.

CNEN -Comissão Nacional de Energia Nuclear. **Requisitos básicos de radioproteção e segurança radiológica de fontes de radiação**. Norma CNEN NN 3.01. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/cnen/pt-br/aceso-rapido/normas/grupo-3/NormaCNENNN3.01.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2024

CNEN –Comissão Nacional de Energia Nuclear. **Requisitos de segurança e proteção radiológica para serviços de medicina nuclear**. Norma CNEN NN 3.05.2013. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.gov.br/cnen/pt-br/aceso-rapido/normas/grupo-6/grupo6->

nrm305.pdf&ved=2ahUKEwjv59i_vOaIAxV6qJUCHbMdNdIQFnoECAcQAQ&sqi=2
&usg=AOvVaw3dWff-7cS2E3SI9TEkMF8b. Acesso em: 18 ago. 2024

MESQUITA, E. T, MESQUITA, C. T, FONSECA, L. M.- **Medicina Nuclear Aplicada a Cardiologia**. Editora Atheneu, Volume 4, 2001.

MORAES, A. **Manual de Medicina Nuclear**. São Paulo: Editora Atheneu; Centro Universitário São Camilo, 2007.

OLIVEIRA, A. S.; MULLER, A. dos S.; SIMÃO, E. M.; RODRIGUES JUNIOR, L. F.; SCHWARZ, A. P. **Dosimetria de quarto terapêutico para tratamento com Iodo 131. Disciplinarum Scientia | Naturais e Tecnológicas**, Santa Maria (RS, Brasil), v. 22, n. 2, p. 95–103, 2021. DOI: 10.37779/nt.v22i2.4063. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.edu.br/index.php/disciplinarumNT/article/view/4063>. Acesso em: 27 jul. 2024.

OLIVEIRA, C. V.; MENDONÇA, C.; SILVA, E. T.; MORIGUCHI, S. M.; KOGA, K. H. **Mapa Espacial de Dose do Serviço de Medicina Nuclear do Hospital das Clínicas de Botucatu**. *Revista Brasileira de Física Médica*, [S. l.], v. 7, n. 3, p. 187–189, 2013. DOI: 10.29384/rbfm.2013.v7.n3.p187-189. Disponível em: <https://www.rbfm.org.br/rbfm/article/view/270>. Acesso em: 20 jul. 2024.

SAHA, G. B. **Physics and Radiobiology of Nuclear Medicine**. 3ª. ed. [S.l.]: Springer, 2006.

TAUHATA, L., SALATI, I.P.A., DI PRINZIO, R., DI PRINZIO, M.A.R.R. **Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos**. – 10ª revisão – abril/2014 - Rio de Janeiro – IRD/CNEN, 344p.