



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
FACULDADE DE ARQUITETURA**

**ESPECIALIZAÇÃO DE ARQUITETURA EM SISTEMAS DE SAÚDE**

**MARIA AMÉLIA CÂMARA DE OLIVEIRA ZÁU**

**NECESSIDADES DO ESPAÇO FÍSICO EM UNIDADE  
DE MEDICINA NUCLEAR**



Salvador - Bahia  
Março, 2008



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
FACULDADE DE ARQUITETURA**

**ESPECIALIZAÇÃO DE ARQUITETURA EM SISTEMAS DE SAÚDE**

**MARIA AMÉLIA CÂMARA DE OLIVEIRA ZÁU**

**NECESSIDADES DO ESPAÇO FÍSICO EM UNIDADE  
DE MEDICINA NUCLEAR**

Monografia apresentada ao curso de Especialização de Arquitetura em Sistemas de Saúde da Universidade Federal da Bahia, como um dos requisitos para obtenção do Título de especialista em Arquitetura de Sistemas de Saúde, sob a orientação da professora Doutora Mara Clécia Dantas Souza.

Salvador - Bahia  
Março, 2008.

000:000

X000      Necessidades do Espaço Físico em Unidade de Medicina  
Nuclear / Maria Amélia Záu

- Salvador: Maria Amélia Záu, 2008.

54 f.: il.

Trabalho Final (Especialização) – Programa de Pós-Graduação em  
Arquitetura.

Universidade Federal da Bahia. Faculdade de arquitetura, 2008.

1. Arquitetura Hospitalar

2. Arquitetura e Saúde

I. Título II. Universidade Federal da Bahia. Faculdade de  
arquitetura

III. Trabalho Final.

**MARIA AMÉLIA CÂMARA DE OLIVEIRA ZÁU**

**NECESSIDADES DO ESPAÇO FÍSICO EM UNIDADE  
DE MEDICINA NUCLEAR**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**  
submetida em satisfação parcial dos requisitos ao grau de

**ESPECIALISTA EM ARQUITETURA DE SISTEMAS DE SAÚDE**

à  
Câmara de Ensino de Pós-Graduação e Pesquisa  
da  
Universidade Federal da Bahia

Aprovado:

Comissão Examinadora

.....  
.....  
.....

Data da Aprovação: ...../...../.....

Conceito:

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela vida.

Aos meus Pais, pelo terno apoio durante toda as etapas de minha vida.

Aos meus Pais, Irmãos e Marido a paciência e compreensão pelas faltas e ausência.

A todos os Professores do curso de Arquitetura em Sistemas de Saúde, que nos transmitiram seus conhecimentos possibilitando a conquista deste título constituindo um crescimento que nos será útil não só na vida profissional com na vida pessoal.

Aos Professores Daniel Coiro e Josemilson Bispo do curso de engenharia clínica da Universidade Católica de Salvador que muito me ajudaram nesta pesquisa, meu especial agradecimento.

## RESUMO

O presente estudo, com base em pesquisa documental e estudo de caso, identifica as necessidades do espaço físico para uma unidade de Medicina Nuclear. Foram consultadas as instruções normativas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Relacionando as atividades realizadas, pré-dimensionamento dos ambientes, apresenta o layout, fluxos das atividades e zoneamento da unidade. As condições ambientais em que estas atividades devem acontecer estão relacionadas quanto as questões higrotérmicas, acústicas, luminosas e visuais. Quanto às instalações elétricas, eletrônicas, fluídas mecânicas, climatização, hidro-sanitárias e acessibilidade necessária para implantação e/ou implementação de uma unidade de Medicina Nuclear.

Palavras chave: Medicina nuclear, Arquitetura, Saúde, Espaço Físico.

## **ABSTRACT**

The present study, based on documented researches and case studies, identifies the needs of the physical space for a Nuclear Medicine unit. The normative instructions of the Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), the Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) and the Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) were consulted. Listing the developed activities, predimensioning of the rooms, presents the layout, activity fluxes and zoning of the units. The environmental conditions in which these activities should happen are listed according to hygrothermic, acoustic, luminous and visual issues. As for the electric, electronic, mechanic fluids, acclimatization, hydro sanitary installations and accessibility needs for the implantation and/or implementation of a Nuclear Medicine unit.

Nuclear Medicine, physical space, architecture, health

## SUMÁRIO

1 Introdução	07
2 Revisão de Literatura	10
2.1 Energia nuclear	11
2.2 Radiação, risco e proteção.	14
2.3 Necessidades do espaço físico	18
2.3.1 Laboratório de manipulação e estoque de fontes em uso	20
2.3.2 Sala de decaimento ou Depósito de rejeitos radioativos	22
2.3.3 Box para coleta de material	24
2.3.4 Laboratório de radioimunoensaio	25
2.3.5 Sala de administração de radiofármacos	27
2.3.6 Sala ou box de pacientes injetados	28
2.3.7 Sala de exames	29
2.3.8 Sala de laudos e arquivos	33
2.4 Zoneamento	34
2.5 Análise de projeto existente	35
3 Material e Método	43
4 Resultados e Discussão	44
5 Conclusão	52
Referências	53

## 1 INTRODUÇÃO

O tema do presente estudo é o espaço físico da unidade de Medicina Nuclear tendo como objeto de estudo as necessidades do espaço físico em unidade de Medicina Nuclear de um hospital da rede privada em Salvador, Bahia, 2008. Este estudo possui o objetivo maior de Identificar as necessidades do espaço físico quanto às condições ambientais, de instalações e normativas desta unidade e possuindo objetivos específicos identificar as atividades realizadas, observar os fluxos de trabalho relacionando quais ambientes são necessários para o desenvolvimento dessas atividades, fazer o levantamento das condições ambientais (higrotérmicas, acústicas, luminosas, visuais), de instalações (elétricas e eletrônicas, fluído mecânicas, climatização, hidro-sanitárias) e acessibilidade necessária para implantação e/ou implementação de uma unidade de Medicina Nuclear. Tem ainda com objetivo específico fazer uma pesquisa documental às normas da ANVISA, CNEN, ABNT. Tendo como pergunta de investigação saber quais são as necessidades do espaço físico na unidade de Medicina Nuclear.

A Medicina Nuclear é uma área da medicina que faz uso de pequenas quantidades de substâncias radioativas para diagnosticar ou tratar determinadas doenças. Essas substâncias, também chamadas de traçadores ou radiofármacos, após serem administradas, principalmente por via oral ou endovenosa, se dirigem para órgãos ou grupos celulares específicos, dependendo das suas características químicas. A realização do exame baseia-se na aquisição de imagens geradas através de um aparelho (gama-câmara) que capta a radiação emitida pelo corpo do paciente após a administração do radiofármaco. Os equipamentos mais modernos já associam esta prática a estudos tomográficos com a emissão de fótons trazendo maior sensibilidade e precisão na localização de lesões.

Devido ao uso de elementos radioativos para o diagnóstico e terapias em Medicina Nuclear, torna-se importante saber de que forma o espaço físico pode contribuir para tornar esta unidade mais segura para seus usuários, sejam eles

pacientes, visitantes e/ou funcionários. Os riscos inerentes ao uso desta tecnologia devem ser gerenciados visando a minimização dos efeitos biológicos causados pela radiação ionizante. A arquitetura neste contexto tem o importante papel de planejar o espaço físico contribuindo para proporcionar condições físicas adequadas para a realização das atividades com segurança e conforto para os usuários.

Considerando o aumento do número de idosos advindo do crescimento da expectativa de vida da população, associado ao perfil epidemiológico que indica as cardiopatias como a 1ª e as neoplasias como a 3ª maiores causas de morte no Brasil com maior incidência na faixa etária a partir dos 50 anos (ver tabela a seguir). Podemos perceber que haverá uma demanda maior pelo serviço de Medicina Nuclear onde são diagnosticadas dentre outras patologias as neoplasias e cardiopatias através de exames na gama-câmara.

**Tabela 01: Mortalidade proporcional segundo faixa etária e grupo de causas (CID10)-Brasil, 2004.**

<b>Grupos de Causas</b>	<b>Menor 1</b>	<b>1 a 4</b>	<b>5 a 9</b>	<b>10 a 14</b>	<b>15 a 19</b>	<b>20 a 49</b>	<b>50 a 64</b>	<b>65 e mais</b>	<b>60 e mais</b>	<b>Total</b>
I. Algumas doenças infecciosas e parasitárias	7,5	17	8,9	6,1	2,5	8,6	4,9	3,4	3,5	5,1
<b>II. Neoplasias (tumores)</b>	0,3	8,2	14,7	12,4	5,1	12	23,3	<b>16,7</b>	<b>17,6</b>	<b>15,7</b>
<b>IX. Doenças do aparelho circulatório</b>	0,9	2,9	4	5,7	3,9	16,2	36,1	<b>42,6</b>	<b>42,1</b>	<b>31,8</b>
X. Doenças do aparelho respiratório	6,7	20,3	8,8	6,7	3,2	5,1	8,2	16,1	15,3	11,4
XVI. Algumas afecções originadas no período perinatal	61,2	0,6	0,2	0,1	0,1	0	0	0	0	3,5
XX. Causas externas de morbidade e mortalidade	2,2	22,6	40,4	49,7	75,5	41,3	8,1	3	3,3	14,2
Demais causas definidas	21,2	28,4	23	19,2	9,8	16,7	19,3	18,4	18,4	18,3
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fonte: BRASIL, 2007.

Pensando em futuro podemos dizer que o hospital terá menos leitos e mais serviços de diagnóstico e terapia. O setor de Medicina Nuclear, inclusive por não realizar procedimentos invasivos está nesta tendência do hospital do futuro. A

automação dos setores de diagnóstico já é uma realidade existem softwares para a área médica capazes de automatizar a realização de exames, editar laudos especializados e produzir relatórios em alta velocidade e precisão.

A importância deste estudo deve-se a escassez de literatura disponível sobre o assunto representando um ganho acadêmico na produção do conhecimento na área de arquitetura. A Universidade Federal da Bahia (UFBA), que realiza o curso de Arquitetura em Sistemas de Saúde, poderá dispor deste material como fonte de pesquisa para outros alunos do curso e profissionais com interesse na área e para outras instituições. Tem importância também por subsidiar a prática da arquitetura em unidades de Medicina Nuclear. Assim sendo, o presente estudo torna-se relevante, uma vez que pode contribuir com a discussão desse tema.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A Medicina Nuclear é a especialidade médica que utiliza elementos radioativos “in vivo” com finalidade diagnóstica e terapêutica. Os radioisótopos mais empregados são emissores de radiação gama, radiação semelhante aos raios-X porém originada no próprio núcleo atômico. Para estudos diagnósticos é desejável que a energia da radiação esteja em uma faixa adequada para os sistemas de detecção e que o isótopo apresente um rápido decaimento para forma não radioativa (o tempo que leva para metade dos átomos passarem da forma radioativa para forma estável é denominado de meia vida). O tecnécio-99m preenche estes critérios, tendo meia vida de 6 horas e emitindo radiação gama com energia de 140 keV, características que permitem a aquisição de estudos com boa qualidade e baixa dose de radiação. Isto faz com que o tecnécio-99m seja o isótopo mais empregado atualmente, podendo ser administrado sob a forma química de pertecnetato de sódio ou ligado a outras moléculas (MEIRA, 2007).

Conforme Meira (2007), após a administração, geralmente por via endovenosa, os radioisótopos ou os compostos aos quais estão acoplados (radiofármacos) tem um comportamento biológico que é idêntico ao de similares não radioativos. Este comportamento biológico é determinado pelas características físico-químicas do composto e também pelo estado funcional dos diferentes tecidos ou tipos celulares que podem estar envolvidos em sua manipulação. A distribuição e grau de concentração do elemento radioativo nos diversos órgãos é avaliada por meio de imagens obtidas nas câmaras de cintilação (chamadas de cintilografias) ou por outros sistemas de detecção de radioatividade. A concentração do radiofármaco que é observada através da cintilografia em uma estrutura reflete não só a morfologia da mesma como também sua função.

A câmara de cintilação ou gama-câmara é o sistema de detecção de radioatividade utilizado para o estudo da distribuição “in vivo” dos diferentes compostos radiomarcados. A interação da radiação gama no detector da câmara leva a emissão de

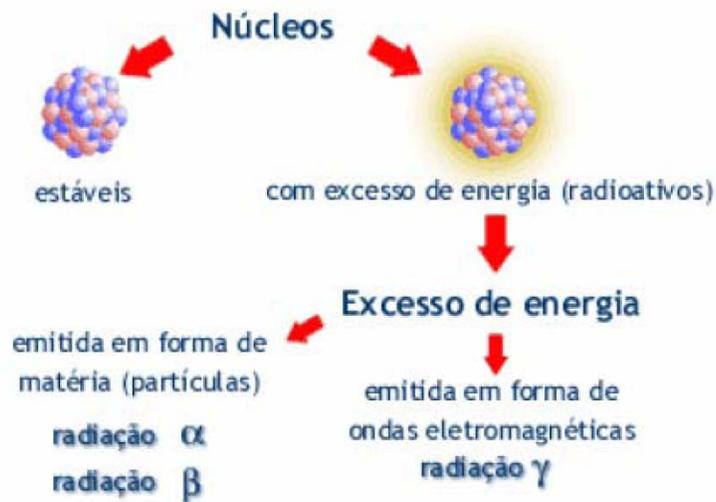
luz (cintilação), posteriormente convertida em sinal elétrico. A câmara de cintilação detecta a radiação e determina a posição da fonte emissora (correspondente a área em que a luz foi emitida) e sua energia (intensidade da luz emitida). Além da maior resolução, os equipamentos mais modernos destacam-se pela capacidade de adquirir e processar estudos tomográficos, trazendo maior sensibilidade e precisão na localização de lesões (MEIRA, 2007).

Conforme Meira (2007) ss diversas especialidades médicas utilizam-se da Medicina Nuclear seja para o diagnóstico ou para a terapia, dentre elas estão: a endocrinologia, gastroenterologia, nefrologia, neurologia, pneumologia, sistema esquelético, processos inflamatórios e tumorais e a cardiologia.

Serão apresentadas a seguir, informações sobre a energia nuclear, quais os elementos radioativos utilizados, quais os riscos da radiação, e as instruções normativas pertinentes ao assunto.

## **2.1 Energia nuclear**

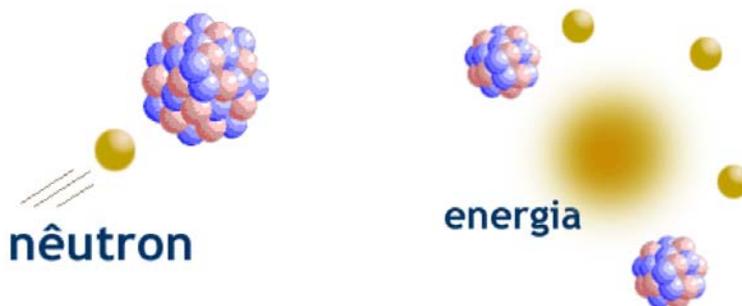
A energia nuclear, conforme a apostila educativa da CNEN (2007b), é a energia que mantém os prótons e neutros juntos no núcleo do átomo. É a energia de ligação dos núcleos (partículas do núcleo). Os prótons possuindo carga positiva têm a tendência de se repelirem, como eles estão juntos no núcleo comprova-se a existência de uma energia nos núcleos dos átomos com mais de uma partícula para manter essa estrutura.



Fonte: COIRO, 2005.

Figura 01: Demonstração da energia nuclear.

A forma imaginada para liberar a energia nuclear foi baseada na possibilidade de dividir o núcleo de um átomo pesado (alto número de massa) em dois núcleos menores, através do impacto de um nêutron. A energia que mantinha juntos esses núcleos menores, seria liberada, na maior parte em forma de calor (energia térmica) (BRASIL, 2007b)

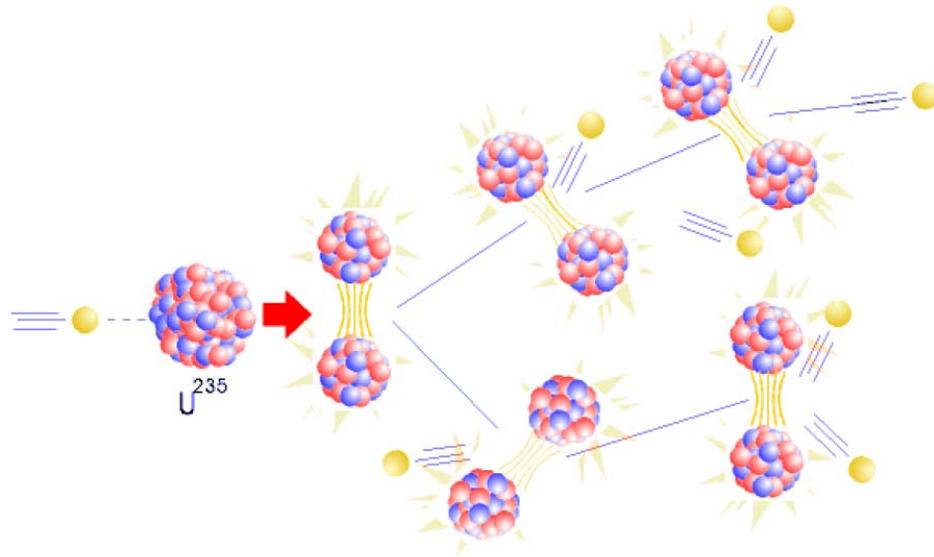


Fonte: BRASIL, 2007b. p10.

Figura 02: Liberação da energia do núcleo.

Essa divisão do núcleo é denominada fissão nuclear. Conforme a apostila educativa da CNEN (2007b), cada reação de fissão nuclear resulta, além dos núcleos menores, dois a três nêutrons, como consequência da absorção do nêutron que causou a fissão. Desta forma é possível que esses nêutrons atinjam outros núcleos

sucessivamente, liberando muito calor. Quando isto acontece é denominado de reação de fissão nuclear em cadeia, ou simplesmente reação em cadeia.



Fonte: BRASIL, 2007b. p.11.  
Figura 03: Reação em cadeia.

Em física, radiação refere-se usualmente a partículas e campos que se propagam (transferindo energia) no espaço (preenchido ou não por matéria) num sentido amplo, radiação é aquilo que irradia (sai em raios) de algum lugar. A radiação pode ser de natureza particulada (de partículas) ou ondulatória (de ondas).

Ainda conforme a apostila educativa da CNEN (2007b), a radiação de natureza particulada é caracterizada por sua carga, massa e velocidade. Prótons, nêutrons e elétrons ejetados de átomos ou núcleos atômicos são exemplos de radiação particulada. Já a radiação eletromagnética de natureza ondulatória é constituída por campos elétricos e magnéticos variando no espaço e no tempo. As radiações (partículas ou ondas) podem ser ionizantes ou não ionizantes. A ionização acontece quando a energia da radiação incidente sobre um material é suficiente para arrancar elétrons dos seus átomos e a radiação é dita não ionizante quando sua energia não é suficiente para arrancar elétrons dos átomos. Neste último caso pode ocorrer a

excitação do átomo, onde elétrons são levados a camadas mais externas do átomo, sem serem ejetados.

Quanto às fontes de radiação, ela pode ser emitida por elementos químicos com núcleos atômicos instáveis ou por equipamentos construídos pelo homem. Elementos químicos radioativos podem ser encontrados na natureza (como o urânio natural ou o tório das areias monazíticas) ou produzidos pelo homem através de reações específicas em aceleradores de partículas ou reatores nucleares. Aceleradores de partículas e tubos de raio-x são fontes de radiação sem a utilização de elementos químicos radioativos. Quando desligados, aceleradoras e tubos de raio-x não emitem radiação (BRASIL, 2007b).

A energia nuclear e as radiações trazem benefícios para diversas áreas, principalmente para a medicina, indústria farmacêutica e agricultura. Os isótopos radioativos, devido à propriedade de emitirem radiações tem vários usos. As radiações podem até atravessar a matéria ou serem absorvidas por ela, possibilitando diversas aplicações (BRASIL, 2007a).

## **2.2 Radiação, risco e proteção.**

Os efeitos biológicos das radiações ionizantes são divididos em dois grupos: os efeitos hereditários e os efeitos somáticos. As radiações de efeitos hereditários são aquelas que produzem lesões nas células germinativas da pessoa irradiada, as quais são transmitidas aos seus descendentes. As radiações de efeitos somáticos produzem lesões nas células do indivíduo que foi irradiado, entretanto, essas lesões não são transmitidas hereditariamente.

Os equipamentos de proteção individual devem estar disponíveis para os funcionários potencialmente expostos tais como: aventais plumbíferos, protetor de gônadas e tireóide, máscaras, gorros, óculos, ou outro que se fizer necessário de

acordo com os procedimentos realizados. Cada sala ou serviço deverá ter os equipamentos de proteção individual que lhes são inerentes e em número suficiente para atender aos funcionários potencialmente expostos, de acordo com a demanda (BAHIA, 2003). No pré-dimensionamento do espaço físico dos ambientes da unidade de Medicina Nuclear deve ser considerada a existência destes equipamentos. A seguir serão mostrados apenas a título ilustrativo alguns equipamentos de proteção.



Fonte: KONEX, 2008.  
Figura 04: Aventais plumbíferos.



Fonte: KONEX, 2008.  
Figura 05: Avental gonodal.



Fonte: KONEX, 2008.  
Figura 06: Protetor de tireóide



Fonte: KONEX, 2008.  
Figura 07: Luvas de chumbo



Fonte: KONEX, 2008.  
Figura 08: Óculos



Fonte: GRX, 2008.  
Figura 09: Monitor de taxa de exposição.

O serviço de Medicina Nuclear deve estar equipado com no mínimo os seguintes equipamentos e materiais de radioproteção: monitor de taxa de exposição; monitor de

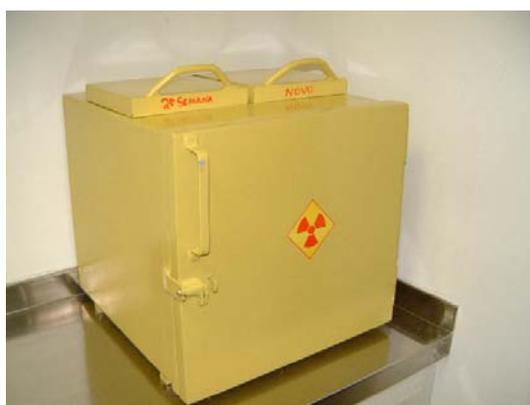
contaminação de superfície; medidor de atividade; equipamentos e materiais de proteção individual, fontes padrão de referencia de Co-57 e Ba-133 (BRASIL, 1996).



Fonte: (BRASIL, 2007a) p.06.  
Figura 10: Gerador de Tecnécio



Fonte: COIRO, 2005.  
Figura 11: Visor plumbífero



Fonte: COIRO, 2005.  
Figura 12: Caixa de chumbo



Fonte: COIRO, 2005.  
Figura 13: Caixa de chumbo



Fonte: COIRO, 2005.  
Figura 14: Caixa blindada para rejeitos



Fonte: COIRO, 2005.  
Figura 15: Caixa blindada para rejeitos



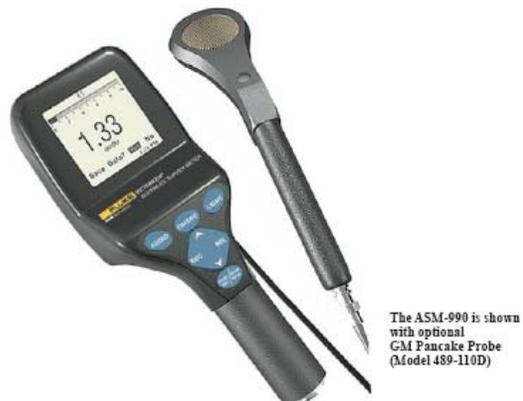
Fonte: COIRO, 2005.  
Figura 16: Blindagem para seringa



Fonte: COIRO, 2005.  
Figura 17: Transportador de seringa



Fonte: COIRO, 2005.  
Figura 18: Calibrador e doses



Fonte: COIRO, 2005.  
Figura 19: Monitor de contaminação de superfície



Fonte: GRX, 2008.  
Figura 20: Tijolinhos de chumbo



Fonte: COIRO, 2005  
Figura 21: Blindagem para preparo sestamibi.

## 2.3 Necessidades do espaço físico

A RDC 50 (ANVISA, 2004), relaciona as atividades desenvolvidas em uma unidade de Medicina Nuclear. São elas:

- 4.5-Desenvolvimento de atividades de medicina nuclear:
  - 4.5.1-receber e armazenar os radioisótopos;
  - 4.5.2-fazer o fracionamento dos radioisótopos;
  - 4.5.3-receber e proceder a coleta de amostras de líquidos corporais para ensaios;
  - 4.5.4-realizar ensaios com as amostras coletadas utilizando radioisótopos;
  - 4.5.5-aplicar radioisótopos no paciente pelos meios: injetável, oral ou inalável;
  - 4.5.6-manter o paciente em repouso pós-aplicação;
  - 4.5.7-realizar exames nos pacientes "aplicados";
  - 4.5.8-realizar o processamento da imagem;
  - 4.5.9-manter em isolamento paciente pós-terapia com potencial de emissão radioativa;
  - 4.5.10-emitir laudo dos atos realizados e manter documentação; e
  - 4.5.11-zelar pela proteção e segurança dos pacientes e operadores, (ANVISA, 2004) p. 42.

Esta Resolução (2004) estabelece os ambientes que devem fazer parte desta unidade, são eles: Laboratório de manipulação e estoque de fontes em uso; Sala de decaimento; Box para coleta de material; Laboratório de radioimunoensaio; Sala de administração de radiofármacos; Sala ou box de pacientes injetados; Sala de exames; Sala de laudos e arquivos; Quarto para internação com banheiro exclusivo (quando aplicado dose de Iodo-131 acima de 1,11 Gbq) "in loco" ou não. A unidade de Medicina Nuclear, na classificação desta Resolução, faz parte da unidade funcional Apoio ao Diagnóstico e Terapia. É importante ressaltar que para o funcionamento desta unidade é imprescindível a existência dos chamados ambientes de apoio técnico e logístico. Fazem parte destes ambientes de apoio: depósito de material de limpeza, área de recepção e espera para pacientes e acompanhantes, sanitários com vestiário para pacientes exclusivo da unidade, copa, sanitários para funcionários, laboratório de revelação de filmes ("in loco" ou não), sala de utilidades, rouparia, sala administrativa, área para guarda de macas e cadeira de rodas, dentre outros.

Já a Norma do CNEN-NE-3.05 (1996), coloca como indispensável os seguintes ambientes para um serviço de Medicina Nuclear: Sala de espera de pacientes, Sanitário

exclusivo de pacientes, Local para armazenamento de rejeitos radioativos, Laboratório de manipulação e armazenamento de fontes em uso, Sala de administração de radiofármacos, Sala de exame, Quarto para internação de paciente com dose terapêutica, com sanitário privativo (quando forem aplicadas doses terapêuticas de iodo-131). Diferente da RDC 50, esta norma não estabelece valores para a área dos ambientes, observa-se que todos os ambientes relacionados nesta última constam na RDC 50, mas a recíproca não é verdadeira.

Quando houver aplicação de doses terapêuticas de iodo-131, o quarto destinado à internação de paciente, deve possuir paredes e piso construídos com materiais impermeáveis que permitam descontaminação, cantos arredondados, sanitário privativo, biombo blindado junto ao leito, sinalizado e com acesso controlado. No caso de dois pacientes no quarto terapêutico é obrigatório o uso de barreira protetora entre os leitos (biombo blindado) (BRASIL, 1996).

Quanto ao dimensionamento dos acessos, os corredores destinados à circulação de pacientes devem possuir corrimãos em ao menos uma parede lateral a uma altura de 80 cm a 92 cm do piso, e com finalização curva. Os corredores de circulação de pacientes ambulantes ou em cadeiras de rodas, macas ou camas, devem ter a largura mínima de 1,20m, não podendo ser utilizados como áreas de espera (ANVISA, 2004).

Conforme a RDC 50 (ANVISA, 2004) todas às portas de acesso a pacientes devem ter dimensões mínimas de 0,80 (vão livre) x 2,10 m, inclusive sanitários. As portas de acesso aos ambientes com equipamentos de grande porte têm de possuir folhas ou painéis removíveis, com largura compatível com o tamanho do equipamento, permitindo assim sua saída. Todas as portas utilizadas para a passagem de camas/macas das salas de exame ou terapias têm de possuir dimensões mínimas de 1,20 x 2,10 m.

As portas de banheiros e sanitários de pacientes devem abrir para fora do ambiente, ou permitir a retirada da folha pelo lado de fora, a fim de que sejam abertas

sem necessidade de empurrar o paciente eventualmente caído atrás da porta. As portas devem ser dotadas de fechaduras que permitam facilidade de abertura em caso de emergência e barra horizontal a 90 cm do piso.

A seguir serão apresentados os ambientes que compõem uma unidade de Medicina Nuclear, conforme relação da RDC 50 (ANVISA, 2004) relacionando as atividades realizadas no ambiente, o mobiliário e equipamento necessário, bem como as condições ambientais e de instalações. As informações a seguir foram consultadas no sistema de informação do Ministério da Saúde o SOMASUS – Sistema de apoio à organização e elaboração de projetos e investimento em saúde, as instruções normativas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

### **2.3.1 Laboratório de manipulação e estoque de fontes em uso**

Neste ambiente são realizadas as seguintes atividades, conforme a RDC 50 (ANVISA, 2004): 4.5.1-receber e armazenar os radioisótopos; 4.5.2-fazer o fracionamento dos radioisótopos, tendo como área mínima 8,00 m<sup>2</sup>. Este ambiente é usualmente chamado de Sala quente.

Deverá ser previsto ponto de água fria no acesso ao laboratório para instalação de lava-olhos e chuveiro de emergência e também um sistema de exaustão (ANVISA, 2004).

Este laboratório deve ser construído com material impermeável, que permita a descontaminação, ter piso e paredes com cantos arredondados, as bancadas com tanque com no mínimo 40cm de profundidade e torneiras sem controle manual. Nos casos de fontes voláteis de iodo-131 ou de serviços que realizem estudos de ventilação pulmonar, é necessário um sistema de extração de ar (BRASIL, 1996).

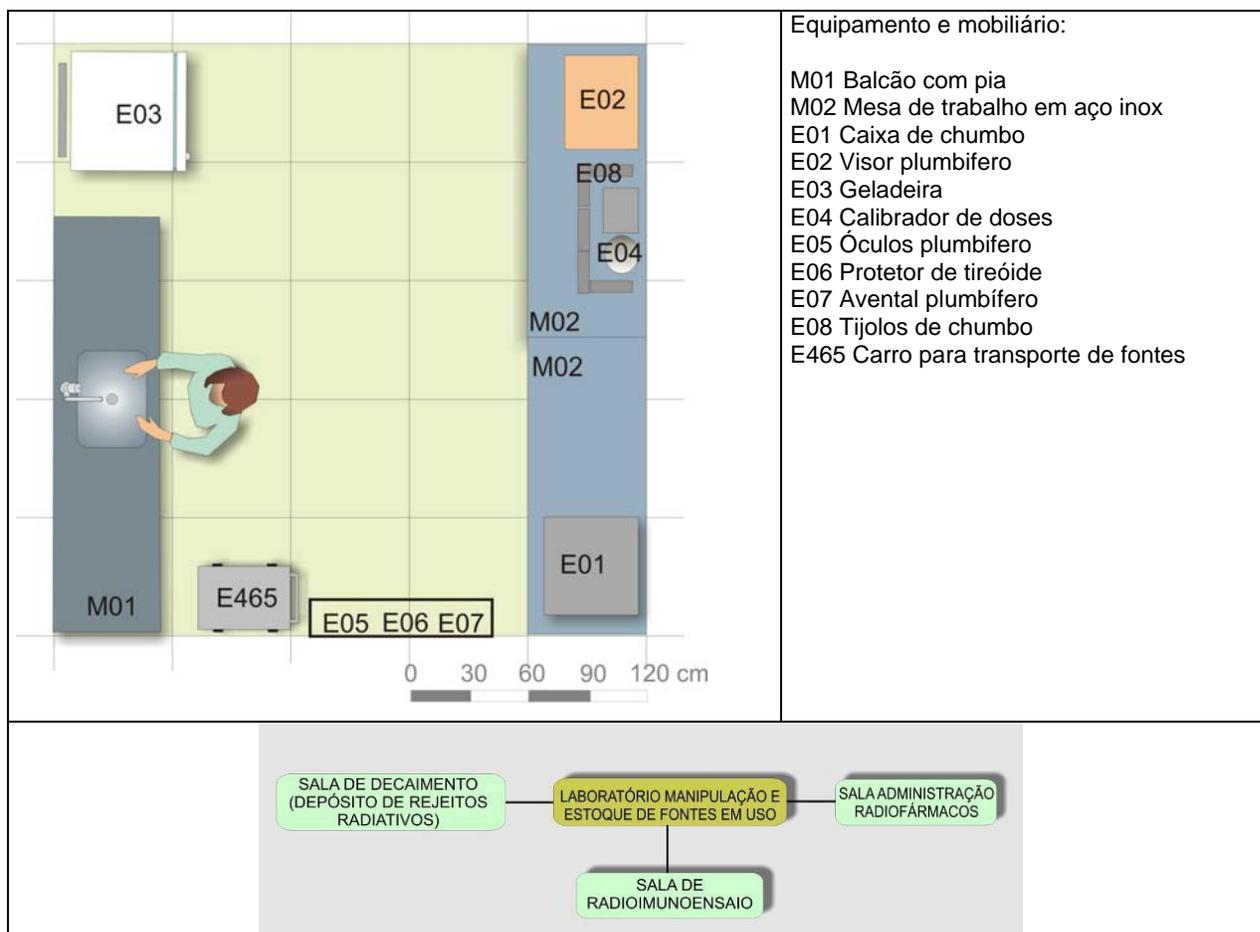


Figura 22: Layout e fluxo do Laboratório de manipulação e estoque de fontes em uso.  
 Fonte: Elaborado pela autora baseado em BRASIL, 2008.

Quanto ao nível de risco que é a classificação de risco de ocorrência de eventos adversos à saúde por exposição ao ar ambiental, este ambiente é classificado conforme a Norma 7256 (ABNT, 2005), como de Nível 1. No nível 1 estão as áreas onde não foi constatado risco de ocorrência de agravos à saúde relacionados à qualidade do ar, porém algumas autoridades, organizações ou investigadores sugerem que o risco seja considerado.

Para este ambiente, conforme a Norma 7256 (ABNT, 2005) é exigido o controle da temperatura que deve variar entre 21°C e 24°C, já a umidade relativa deve variar entre 40% a 60%. O controle das condições termoigrométricas é necessário para, além de propiciar condições gerais de conforto para os pacientes e profissionais da área de saúde; a) manter condições termoigrométricas ambientais favoráveis a tratamentos

específicos; b) inibir a proliferação de microorganismos, favorecida por umidade alta; c) propiciar condições específicas de temperatura e/ou umidade para operação de equipamentos especiais.

A categoria e a eficiência mínima de filtragem do ar ambiente requerida variam em função da classe de risco e/ou dos procedimentos desenvolvidos nos diversos ambientes. Para este ambiente é exigido o filtro de ar da classe G3. Deve ser previsto o controle do agente radiológico (ABNT, 2005).

### **2.3.2 Sala de decaimento ou Depósito de rejeitos radioativos**

Neste ambiente são realizadas as seguintes atividades, conforme a RDC 50 (ANVISA, 2004): 4.5.1-receber e armazenar os radioisótopos; 4.5.2-fazer o fracionamento dos radioisótopos. Tendo como área mínima 8,00 m<sup>2</sup>.

Este ambiente pode constituir-se em um recipiente blindado acondicionado no Laboratório de manipulação, exceto quando a unidade possuir mais de três equipamentos de diagnóstico e/ou ao menos 01 quarto terapêutico (ANVISA, 2004).

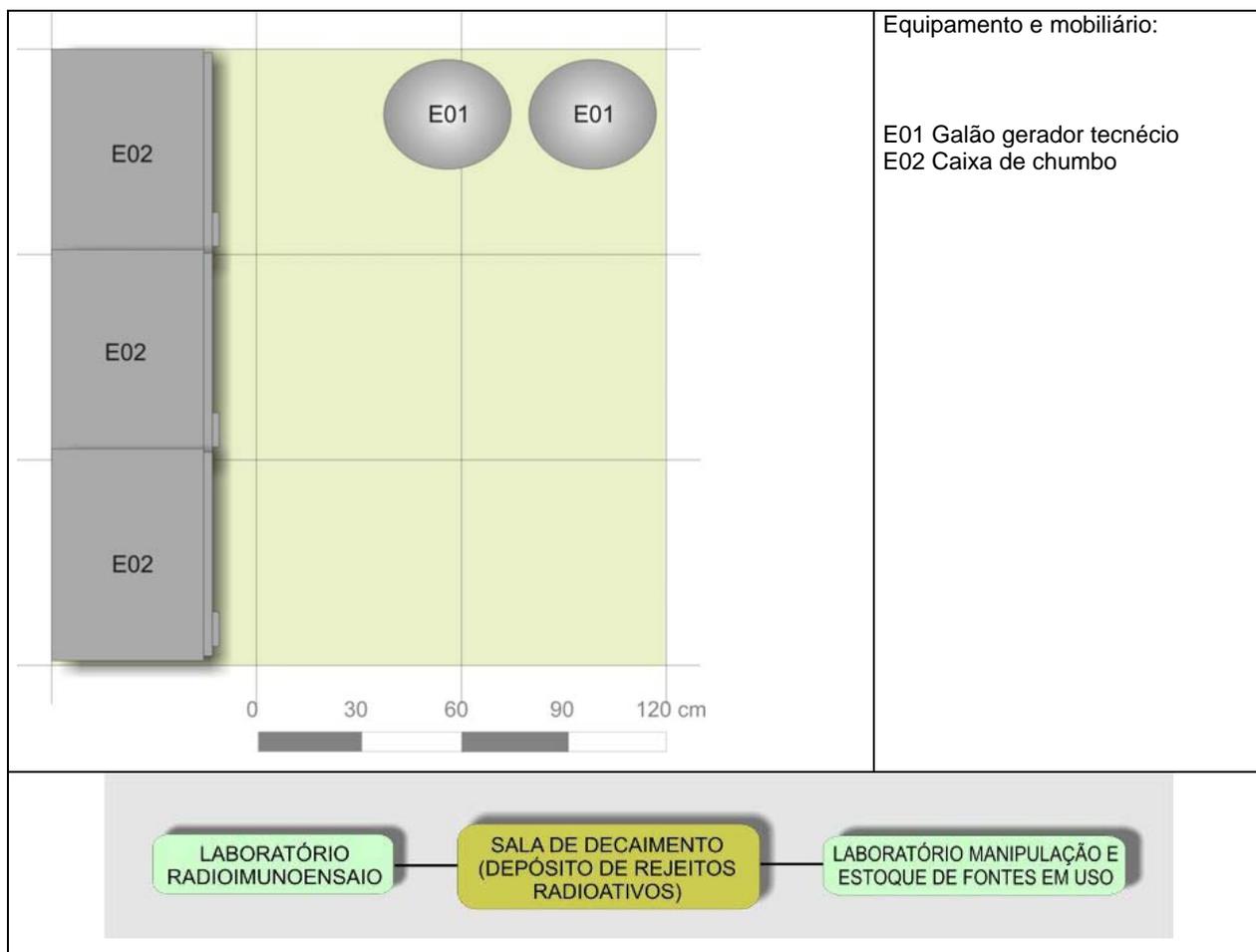


Figura 23: Layout e fluxo da Sala de decaimento  
Fonte: Elaborado pela autora baseado em BRASIL, 2008.

O armazenamento provisório dos rejeitos radioativos de um estabelecimento assistencial de saúde deve:

- a) conter com segurança os rejeitos, do ponto de vista físico e radiológico até que possam ser removidos para local determinado pela CNEN ;
- b) possuir um sistema que permita o controle da liberação de material radioativo para o meio ambiente;
- c) dispor de monitoração de área;
- d) situar-se distante das áreas normais de trabalho sendo cercado e sinalizado, com acesso restrito a pessoal autorizado;
- e) ter piso e paredes impermeáveis e de fácil descontaminação;
- f) possuir blindagem para o exterior que assegure o cumprimento dos requisitos de radioproteção;
- g) possuir sistemas de ventilação exaustão e filtragem;
- h) dispor de meios que evitem a dispersão do material por animais;

- i) apresentar delimitação clara das áreas restritas e, se necessário, locais reservados à monitoração e descontaminação individuais ;
- j) possuir sistemas de tanques e drenos de piso para coleta de líquidos provenientes de vazamentos, descontaminações etc;
- k) dispor de meios para evitar decomposição de matérias orgânicas;
- l) prover segurança contra ação de eventos induzidos por fenômenos naturais;
- m) possuir barreiras físicas que visem a minimizar a dispersão e migração de material radioativo para o meio ambiente. (BRASIL, 1985) p. 8.

O local para armazenamento de rejeitos radioativos deve ser constituído de compartimentos que possibilitem a segregação deste por grupo de radionuclídeos com meias-vidas físicas próximas e por estado físico. Deve ainda possuir blindagem adequada, ser sinalizado e localizado em área de acesso controlado (BRASIL, 1996).

A Norma CNEN-NE-6.05 (1985), tem como objetivo estabelecer critérios gerais e requisitos básicos relativos à gerencia de rejeitos radioativos. Nela os rejeitos (qualquer material resultante de atividades humanas, que contenha radionuclídeos em quantidade superiores aos limites de isenção especificados na Norma CNEN-NE-6.02, e para o qual a reutilização é imprópria ou não prevista) são classificados em categorias considerando o estado físico, natureza da radiação, concentração e taxa de exposição.

### **2.3.3 Box para coleta de material**

Neste ambiente são realizadas as seguintes atividades, conforme a RDC 50 (ANVISA, 2004): 4.5.3-receber e proceder a coleta de amostras de líquidos corporais para ensaios.

Deve ser previsto a quantidade de 01 box para cada 15 coletas por hora no serviço. Cada box deve ter área mínima de 1,50m<sup>2</sup>, sendo 01 para maca (ANVISA, 2004).

A existência deste ambiente está relacionada com os procedimentos de Medicina Nuclear “in vitro” quando é necessária a coleta de sangue do paciente. Estes

procedimentos estão sendo cada dia menos utilizado devido ao fato de obter os mesmos resultados com exames laboratoriais sem a necessidade de exposição ao material radioativo.

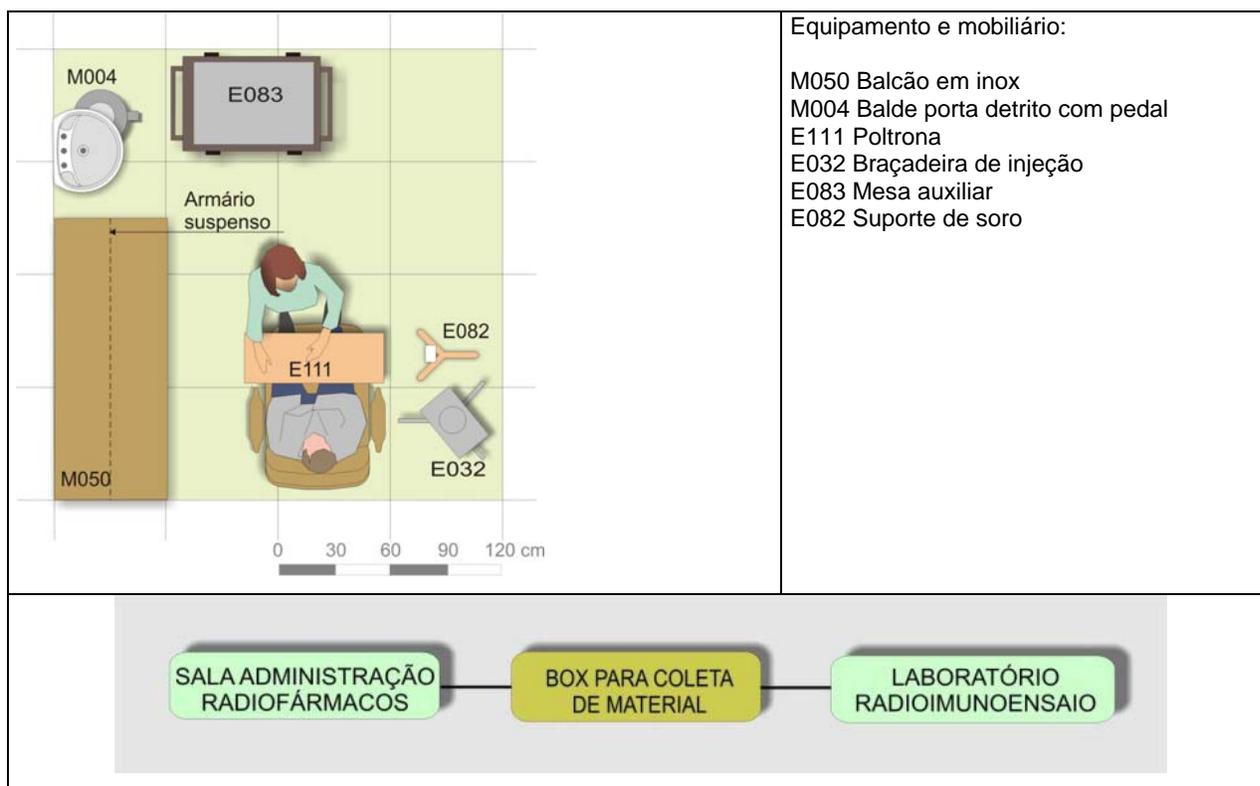


Figura 24: Layout e fluxo do Box para coleta de material  
Fonte: Elaborado pela autora baseado em BRASIL, 2008.

Para este ambiente deve ser prevista instalações hidráulicas para o lavatório para as mãos (ANVISA, 2004).

### 2.3.4 Laboratório de radioimunoensaio

Neste ambiente são realizadas as seguintes atividades, conforme a RDC 50 (ANVISA, 2004): 4.5.4-realizar ensaios com as amostras coletadas utilizando radioisótopos. Tendo como área mínima 6,00 m<sup>2</sup>.

Este ambiente pode fazer parte da unidade ou não, neste caso as atividades são realizadas em outro local. Porém da mesma forma que a Sala de coleta ambiente este laboratório está relacionada com os procedimentos de Medicina Nuclear “in vitro”.

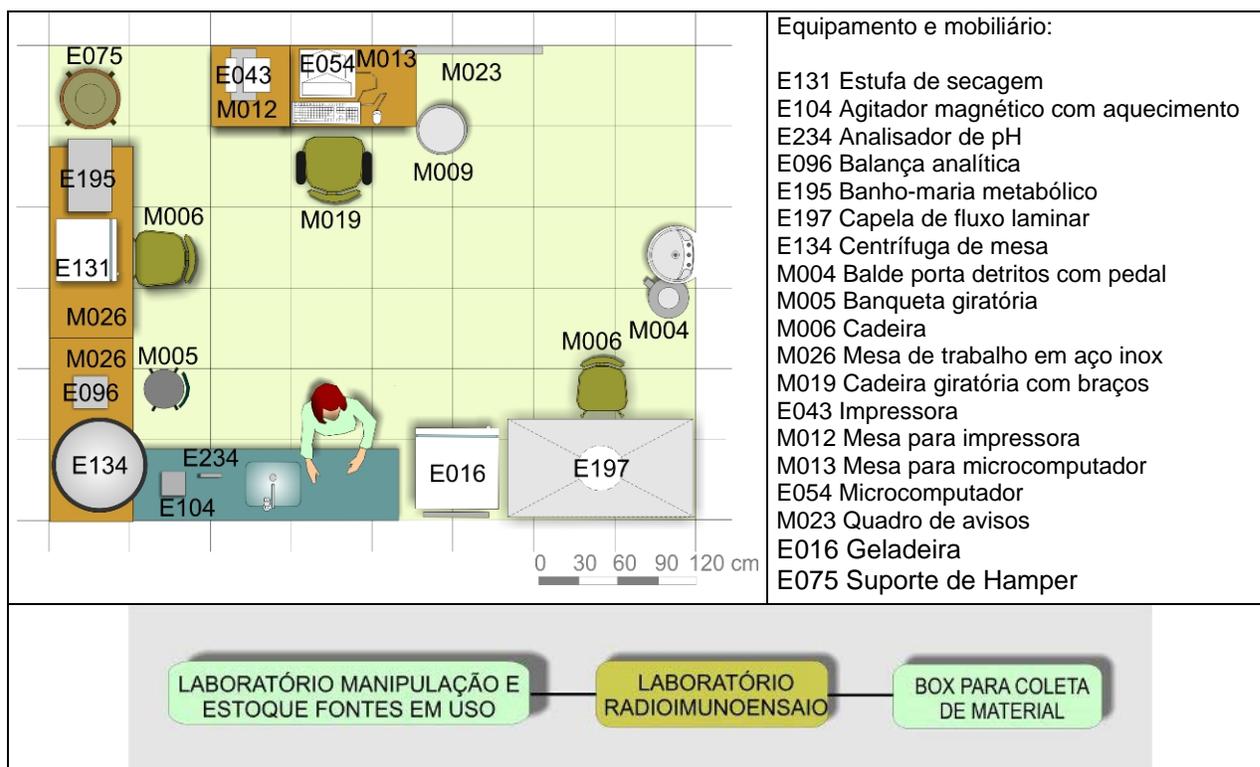


Figura 25: Layout e fluxo do Laboratório de radioimunoensaio

Fonte: Elaborado pela autora baseado em BRASIL, 2008.

Conforme a Norma 7256 (ABNT, 2005), quanto ao nível de risco, este ambiente é classificado como de Nível 1 sendo exigido o controle da temperatura que deve variar entre 21°C e 24°C, bem como da umidade relativa que deve variar entre 40% a 60%. Para este ambiente é exigido o filtro de ar da classe G3. Deve ser previsto o controle do agente radiológico.

Deverá ser previsto um sistema de exaustão, pontos hidráulicos para a pia e lavatório para as mãos, instalações elétricas diferenciadas (BAHIA, 2003).

### 2.3.5 Sala de administração de radiofármacos

Neste ambiente são realizadas as seguintes atividades, conforme a RDC 50 (ANVISA, 2004): 4.5.5-aplicar radioisótopos no paciente pelos meios: injetável, oral ou inalável. Tendo como área mínima 5,50 m<sup>2</sup> com dimensão mínima de 2,20m.

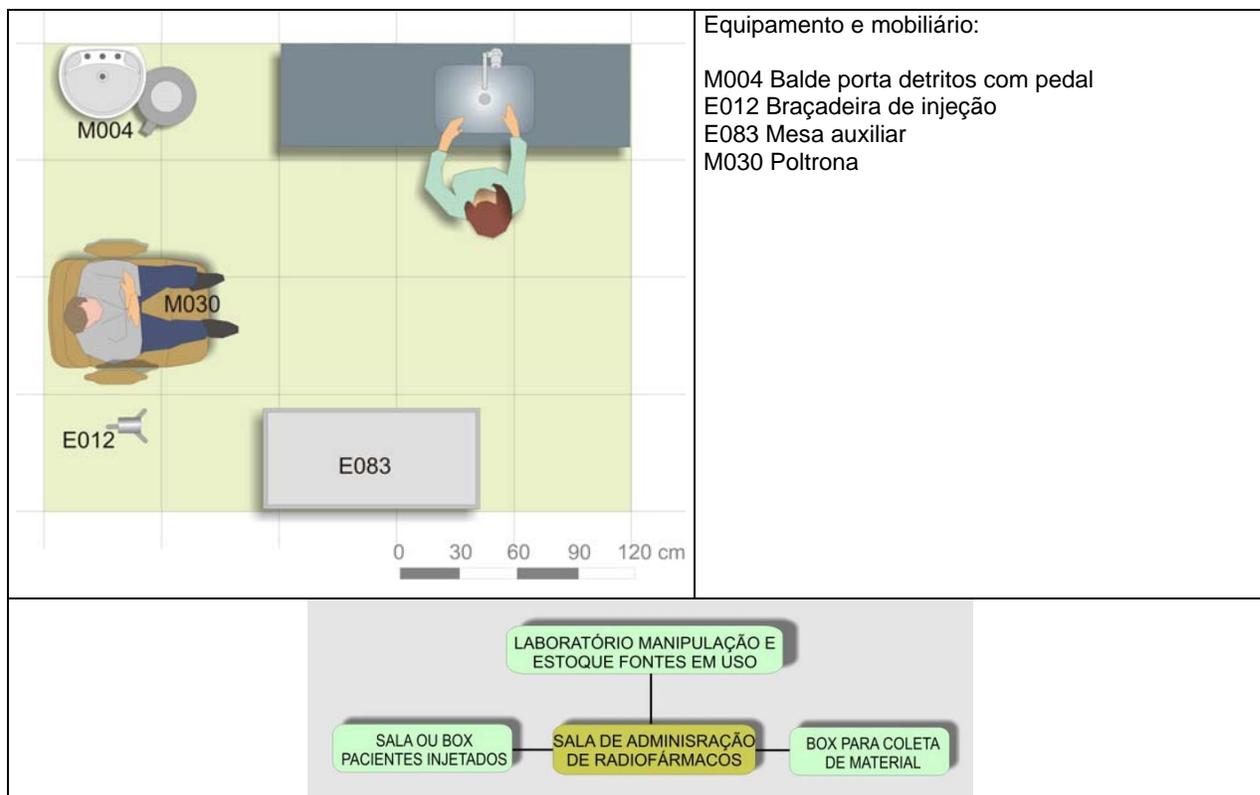


Figura 26: Layout e fluxo da Sala de administração de radiofármacos

Fonte: Elaborado pela autora baseado em BRASIL, 2008.

Para a radioproteção na administração de doses terapêuticas, na sala de manipulação deve ser previsto adequado sistema de exaustão de ar e instalações hidráulicas assim como, deve ser prevista para a bancada de manipulação material liso, de fácil descontaminação, recoberta com plástico e papel absorvente (BRASIL, 1996).

### 2.3.6 Sala ou box de pacientes injetados

Neste ambiente são realizadas as seguintes atividades, conforme a RDC 50 (ANVISA, 2004): 4.5.6-manter o paciente em repouso pós-aplicação. Este ambiente é usualmente denominado de Espera quente.

Para o dimensionamento deste ambiente deve ser considerado no mínimo 0,90m<sup>2</sup> por cadeira, sendo obrigatória a existência de no mínimo 01 box para maca com área mínima de 3,00m<sup>2</sup> (ANVISA, 2004).

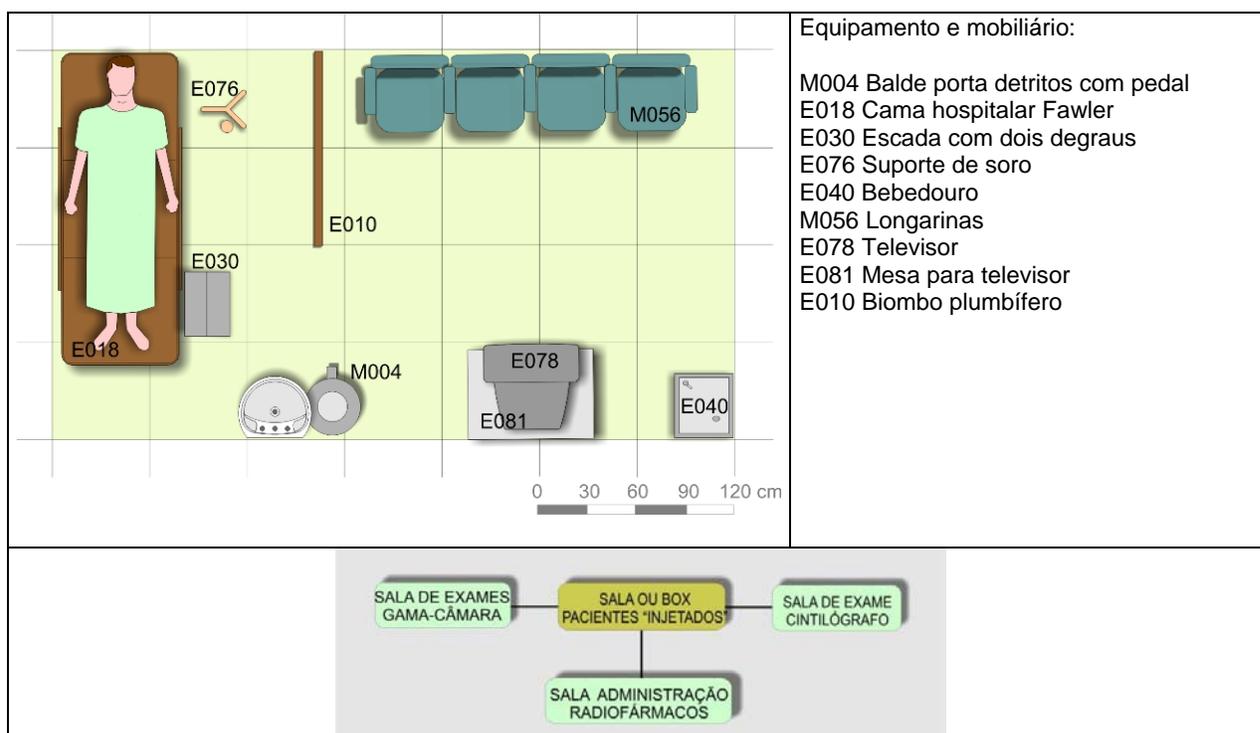


Figura 27: Layout e fluxo da Sala ou box de pacientes injetados  
Fonte: Elaborado pela autora baseado em BRASIL, 2008.

Observamos no ambiente acima a existência de bebedouro e televisão, tal fato deve-se à necessidade de esperar o radiofármaco circular no organismo. A ingestão de água ajuda na circulação do mesmo no organismo e a televisão serve para entreter os pacientes enquanto esperam.

Este ambiente deve possuir blindagem adequada, ser sinalizado e localizado em área de acesso controlado por se tratar de uma classificada como área controlada (BRASIL, 1996). Embora neste ambiente não aconteça a manipulação de elementos radioativos a proteção é necessária devido ao fato dos pacientes injetados emitem radiação.

### **2.3.7 Sala de exames**

Neste ambiente são realizadas as seguintes atividades, conforme a RDC 50 (ANVISA, 2004): 4.5.7-realizar exames nos pacientes "aplicados".

O dimensionamento deste ambiente depende do equipamento que será instalado devendo, no entanto, respeitar as distâncias mínimas entre as bordas ou extremidades do equipamento e todas as paredes da sala igual à 1,00m das bordas laterais da mesa de exame do equipamento e 0,60m das demais bordas ou extremidades do equipamento (ANVISA, 2004), além disto, deve-se obedecer as distancias mínimas informadas pelo fabricante considerando a movimentação das partes do equipamento.

A cabine de comando do equipamento deve ter dimensões e blindagem que proporcione atenuação suficiente para garantir a proteção do operador. A localização desta cabine deve permitir ao operador eficaz comunicação e observação visual do paciente.

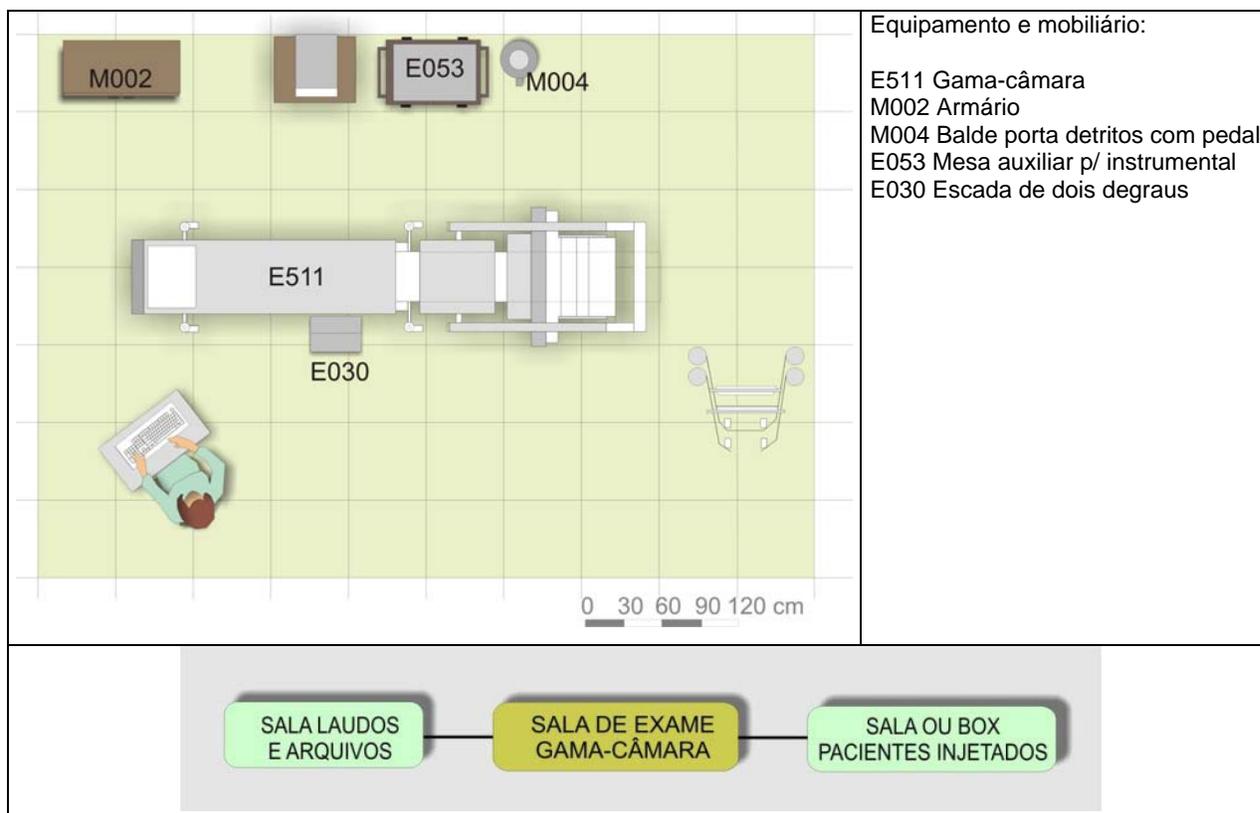
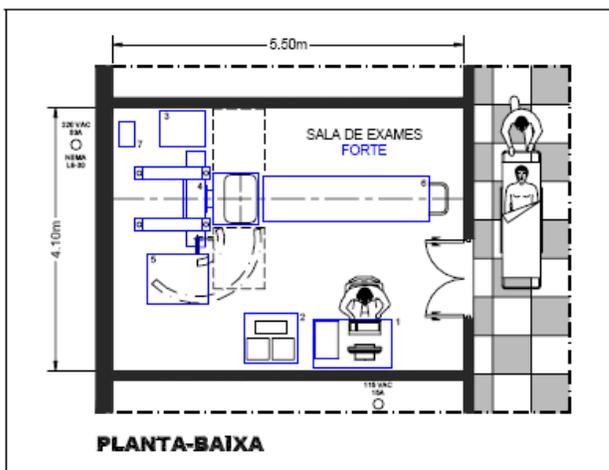


Figura 28: Layout e fluxo da Sala de exames  
 Fonte: Elaborado pela autora baseado em BRASIL, 2008.

As dimensões e disposição do equipamento na sala de exame dependem do tipo do equipamento. Os próprios fabricantes sugerem um layout típico que deve ser adequado para cada local onde será instalado. A seguir serão apresentados dois exemplos da empresa Philips.

**FORTE CAMERA LAYOUT TÍPICO**



DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO	
1	PegMba & Monitor 34kg
2	Aquisição Terminal 84kg
3	Alas Electronic Rack 95kg
4	Gantry ( w/ Colimadores) 2000kg
5	Collimator Storage (Empty) 480kg
6	Patient Table 353kg
7	UPS (Optional) 114kg

CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS	
TENSÃO :	115V (v±10%)
FREQUÊNCIA :	60Hz (H±1Hz)
DEMANDA :	8 kVA

O sistema NoBreak deverá ser providenciado pelo hospital. Ver Características Gerais.

CONDIÇÕES AMBIENTAIS	
DISSIPACÃO TÉRMICA :	~2200W
TEMPERATURA :	22°C ~ 24°C
UMIDADE :	45% ~ 75% Sem condensação
TROCA DE CALOR :	~ 5° / hora

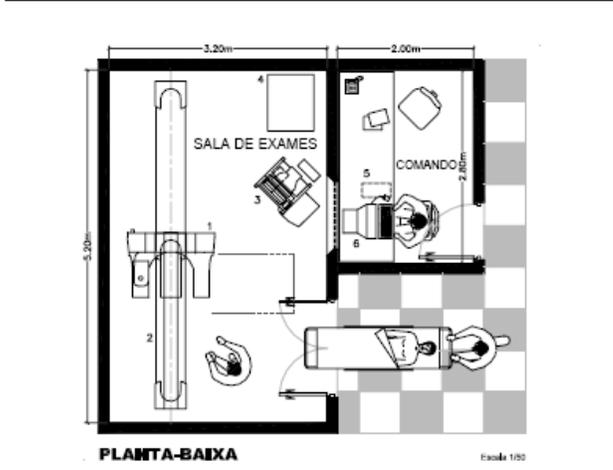
**FORTE CAMERA**

O MINISTÉRIO DA SAÚDE ATRAVÉS DE SUA PORTARIA 1894 TEM REGULAMENTADO AS NOVAS INSTALAÇÕES DE SAÚDE E DEVE SERVIR DE BASE PARA NOVOS PROJETOS.



Fonte: PHILIPS, 2008  
 Figura 29: Sugestão de layout.

**Philips MERIDIAN LAYOUT TÍPICO**



DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO	
1	Gantry Philips MERIDIAN 1200Kg
2	Mesa do Paciente -
3	Trolley Computador de Aquisição 80Kg
4	Colimador MERIDIAN 30Kg
5	Console Odyssey 17Kg
6	Monitor Odyssey -

CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS	
TENSÃO :	100V ~ 120V (±10%) 12A
FREQUÊNCIA :	60Hz (H±1Hz)
DEMANDA :	5 kVA

O sistema NoBreak deverá ser providenciado pelo hospital.

CONDIÇÕES AMBIENTAIS	
DISSIPACÃO TÉRMICA :	+ 2100W
TEMPERATURA :	18°C ~ 25°C
UMIDADE :	30% ~ 60% Sem condensação
TROCA DE CALOR :	~ 3°C / hora

Estas condições deverão ser mantidas 24 horas por dia, 7 dias por semana.

**Philips MERIDIAN**

O Ministério da Saúde através de sua Resolução RDC nº 50 tem regulamentado as novas instalações de saúde e deve servir de base para novos projetos.

Philips Medical Systems Ltda, Rua Ceará 55, CEP 06465-120  
 Barueri - SP - Brasil Fone: 55 011 4989-8067



DEPARTAMENTO DE PROJETOS

Fonte: PHILIPS, 2008  
 Figura 30: Sugestão de layout.

Para a instalação do equipamento, deve-se observar a rota de transporte (portas e vias de acesso) que precisa de dimensões suficientes conforme o tamanho do equipamento e também se deve considerar no cálculo da estrutura o peso do gantry. A seguir veremos a orientação do fabricante para instalação.

**FORTE CAMERA**

LEGENDA DO EQUIPAMENTO		
DESCRIÇÃO	PESO	
1 RepUltra50 & Monitor	34 kg	
2 Aquisição Terminal	84 kg	
3 Atlas Electronic Rack	98 kg	
4 Gantry (no collimators)	2053 kg	
6 Collimator Storage (Empty)	484 kg	
8 Patient Table	388 kg	
7 NoBreak	-	
8	-	
8	-	

**CONDIÇÕES AMBIENTAIS**

- DISSIPACÃO TÉRMICA : <math>\sim 2200\text{W}</math>
- TEMPERATURA :  $20^{\circ}\text{C} \sim 24^{\circ}\text{C}$
- UMIDADE :  $45\% \sim 75\%$  Sem Condensação
- TROCA DE CALOR :  $\sim 5 / \text{hora}$

ESTAS CONDIÇÕES DEVERÃO SER MANTIDAS 24 HORAS POR DIA, 7 DIAS POR SEMANA.

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS / NO-BREAK (A ser providenciado localmente)**

- TENSÃO DE ENTRADA : 110 / 220V (MONOFÁSICO + TERRA)
- TENSÃO DE SAÍDA : 110 V (MONOFÁSICO + TERRA)
- FREQUENCIA : 60Hz (+/-1Hz)
- DISJUNTORES : 60 A
- DEMANDA DO EQUIPAMENTO : 8 kVA

**DIAGRAMA ELÉTRICO**

Os itens acima deverão ser providenciados pelo cliente.



**PHILIPS**



Fonte: PHILIPS, 2008  
Figura 31: Informações de instalações.

**FORTE CAMERA**

**TRANSPORTE / ACESSO**

**Gantry**

Se A for	Então B será
1,00m	2,40m
1,10m	2,20m
1,20m	2,00m
1,30m	1,80m
1,40m	1,70m
1,50m	1,60m
1,60m	1,50m
1,70m	1,40m
1,80m	1,30m
1,90m	1,25m
2,00m	1,20m

NA EMBALAGEM				NO TRANSPORTADOR				
W	L	H	Peso	W	L	H	Peso	
Gantry	1207	1755	2032	1137kg	1010	2320	1780	1250kg
Mesa	-	-	-	454kg	610	2800	1940	388kg

**Mesa do Paciente**

Se A for	Então B será
1,00m	1,95m
1,10m	1,80m
1,20m	1,70m
1,30m	1,55m
1,40m	1,45m
1,50m	1,35m
1,60m	1,25m
1,70m	1,20m
1,80m	1,10m
1,90m	1,05m
2,00m	0,95m



**PHILIPS**



Fonte: PHILIPS, 2008  
Figura 32: Informações de transporte e acesso

Quanto aos gases medicinais, conforme a RDC 50 (ANVISA, 2004), é necessário 01 ponto de oxigênio para cada sala de exame. Não sendo exigido o óxido nitroso, ar comprimido ou vácuo clínico.

Quanto às instalações elétricas, conforme a RDC 50 (ANVISA, 2004), a sala de exames de Medicina Nuclear é classificada no Grupo 1, Classe 15.

Conforme a Norma 7256 (ABNT, 2005), quanto ao nível de risco, este ambiente é classificado como de Nível 1 sendo exigido o controle da temperatura que deve variar entre  $21^{\circ}\text{C}$  e  $24^{\circ}\text{C}$ , bem como da umidade relativa que deve variar entre 40% a 60%.

Para este ambiente é exigido o filtro de ar da classe G3. Deve ser previsto o controle do agente radiológico.

Segundo a Siemens (2008), o ar condicionado deverá funcionar 24h e o insuflamento de ar condicionado não poderá ser posicionado diretamente sobre o equipamento. A Siemens não recomenda o uso de desumidificadores móveis.

As vibrações externas ou choques afetam o equipamento e podem degradar a qualidade da imagem durante a realização do exame. Nas três orientações de espaço a vibração do edifício não deve exceder a faixa de frequência pré-estabelecida (SIEMENS, 2008).

### **2.3.8 Sala de laudos e arquivos**

Neste ambiente são realizadas as seguintes atividades, conforme a RDC 50 (ANVISA, 2004): 4.5.10-emitir laudo dos atos realizados e manter documentação. Tendo como área mínima 6,0m.

Segundo a Siemens (2008), a luz ambiente nas salas onde é feita a exibição de imagem (monitores) para diagnóstico deve ser sem oscilação, com intensidade de iluminação variável e reproduzível, sem reflexão provocada por janelas, luminárias ou negatoscópios.

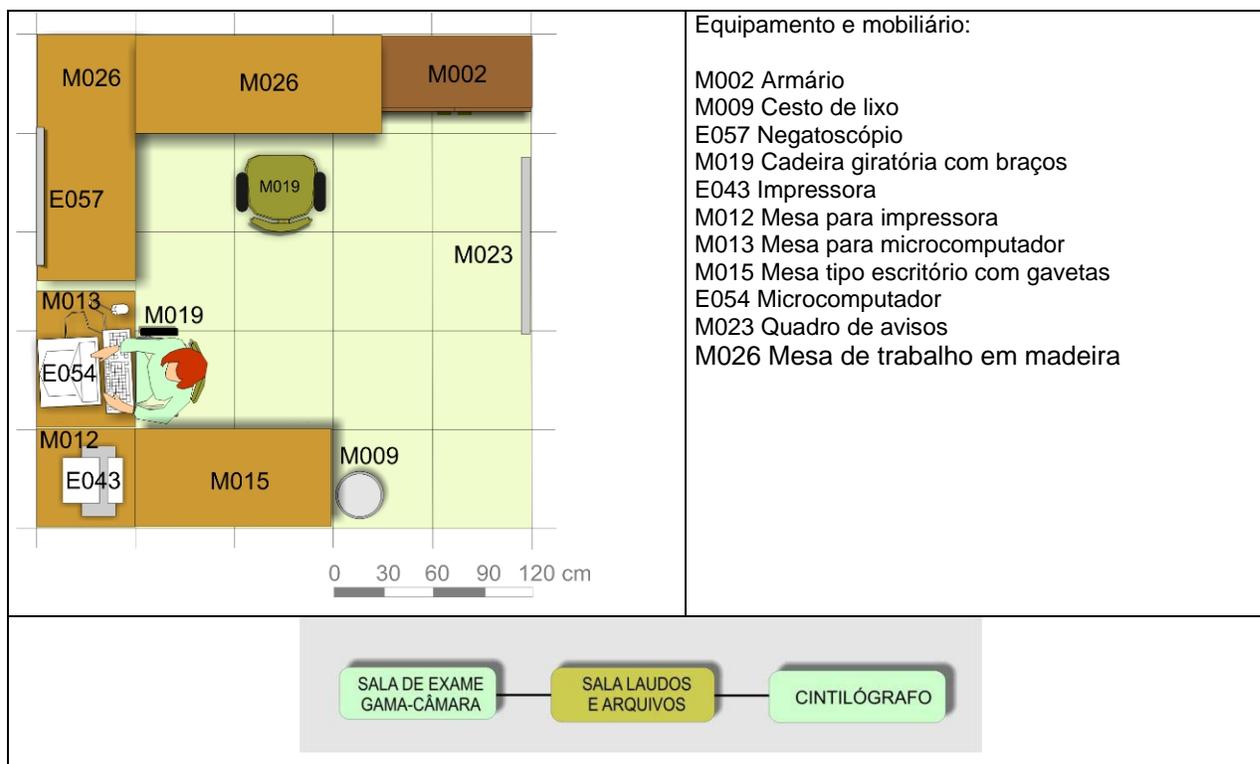


Figura 33: Layout da Sala de laudos e arquivos  
 Fonte: Elaborado pela autora baseado em BRASIL, 2008.

Este ambiente a depender do tipo de funcionamento do serviço pode não existir um ambiente específico para ele.

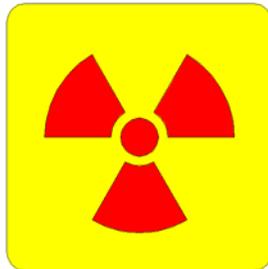
## 2.4 Zoneamento

As áreas de uma unidade de Medicina Nuclear devem ser classificadas para fins de gerenciamento da proteção radiológica, podendo ser áreas controladas, áreas supervisionadas ou áreas livres classificadas a seguir:

5.8.2 Uma área deve ser classificada como área controlada quando for necessária a adoção de medidas específicas de proteção e segurança para garantir que as exposições ocupacionais normais estejam em conformidade com os requisitos de otimização e limitação de dose, bem como prevenir ou reduzir a magnitude das exposições potenciais.

5.8.3 Uma área deve ser classificada como área supervisionada quando, embora não requeira a adoção de medidas específicas de proteção e segurança, devem ser feitas reavaliações regulares das condições de exposições ocupacionais, com o objetivo de determinar se a classificação continua adequada. (BRASIL, 2005) p.18.

A área livre é qualquer área que não seja classificada como área controlada ou área supervisionada. As áreas controladas devem estar sinalizadas com símbolo internacional de radiação ionizante, acompanhando um texto descrevendo o tipo de material, equipamento ou uso relacionado à radiação ionizante (BRASIL, 2005). A classificação dos ambientes deve ser feita pelo titular do serviço.



Fonte: BRASIL, 2007a. p18.  
Figura 34: Símbolo internacional de radiação.

O acesso à unidade de Medicina Nuclear deve ser independente de outros setores. Deve estar localizada de forma que pessoas de outras unidades não circulem por estes ambientes desnecessariamente. Embora esta não seja uma exigência normativa os físicos responsáveis pelo serviço habitualmente preferem esta condição como forma de oferecer maior segurança aos usuários.

## **2.5 Análise de projeto existente – Hospital A**

A planta baixa apresentada a seguir é de um serviço de Medicina Nuclear de um hospital da rede particular em Salvador, Bahia.

A unidade foi localizada, dentro do hospital, de forma a permitir o acesso de apenas pessoas/pacientes do serviço. Não servindo de passagem para outros locais do hospital a unidade possui apenas um acesso servindo tanto para entrada quanto à saída. Esta situação de localização contribui para minimizar os riscos de exposição à

radiação. Esta situação de localização contribui para minimizar os riscos de exposição à radiação.

O zoneamento da unidade foi dividido em área controlada, área supervisionada e área livre. Pode-se observar que as áreas controladas estão contíguas e que existe clara seqüência das zonas indo da menos para a mais controlada. As áreas controladas de Administração de radiofármaco, Laboratório quente, Sala de rejeitos, DML foram localizadas no fim do serviço, esta situação contribui para que as pessoas da unidade se exponham menos a radiação. Por exemplo, o médico que emite os laudos ou faz as consultas. Não passa, a menos que queira na frente dos ambientes acima citados.

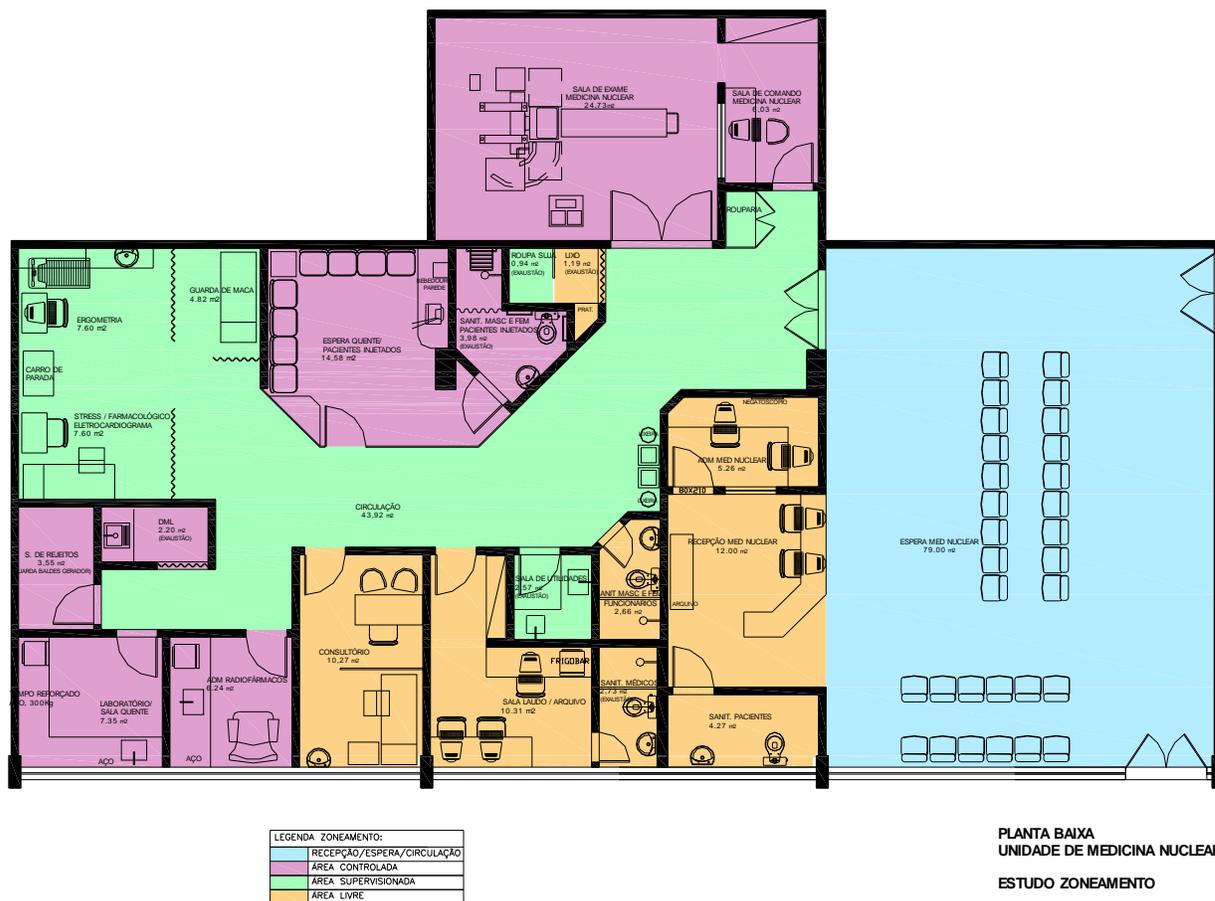


Figura 35: Hospital A – estudo de zoneamento  
Fonte: Elaborado pela autora.



Quanto aos ambientes de apoio, esta unidade possui todos os recomendados pela RDC 50 (ANVISA, 2004) que são: DML exclusivo, Sala de utilidades, Sala administrativa, Sala de espera, Recepção, Rouparia, Banheiro para funcionário, local para roupa suja e resíduos e Sanitário para médicos.

Neste projeto foi observado o correto dimensionamento das portas de acesso para macas, pacientes e equipamentos. Observar que a porta do sanitário de paciente injetado abre para fora do ambiente com vão livre de 80cm. A porta de acesso à Sala de exame permite a eventual saída dos equipamentos e entrada de macas possuindo vão livre de 2,00m.

Existe o consultório que é utilizado para consulta à pacientes que iniciam o tratamento e também para acompanhamento do tratamento.

Não foi contemplada neste projeto uma sala para o responsável pelo serviço. O mesmo exerce suas atividades nos diversos ambientes e a documentação necessária é guardada na Sala de laudos. E para isso foi criado um armário na mesma.

Conforme recomendado pela norma foi previsto banheiro exclusivo para paciente injetado e com espaço físico adequado a portadores de necessidades especiais. Este banheiro possui chuveiro para em caso de contaminação acidental seja possível tomar uma ducha.

Quanto ao vestiário de paciente a troca de roupa quando necessária é realizada dentro da Sala de exame.

A área para guarda de maca servirá também para eventual uso de paciente que necessite de um repouso por tempo maior, por isso foi delimitado com cortina.

O banheiro para funcionários possui chuveiro para no caso de uma eventual contaminação por acidente seja possível tomar uma ducha.

### 2.5.1 Análise de projetos existentes – Hospital B

A unidade de Medicina Nuclear analisada a seguir está localizada dentro de um hospital da rede privada de Salvador, Bahia. Este serviço atende apenas a especialidade de cardiologia. Sua localização dentro do hospital foi pensada a não permitir o acesso de pessoas de outros setores, de forma que, apenas pessoas/pacientes do serviço tenham acesso à unidade. Possui apenas um acesso servindo tanto para entrada quanto à saída.

O zoneamento da unidade foi dividido em área controlada, área supervisionada e área livre. Pode-se observar na figura a seguir que o Laboratório de manipulação e estoque de fontes em uso foi localizado no fim do corredor pretendendo com isso diminuir o número de pessoas que passam por ele.

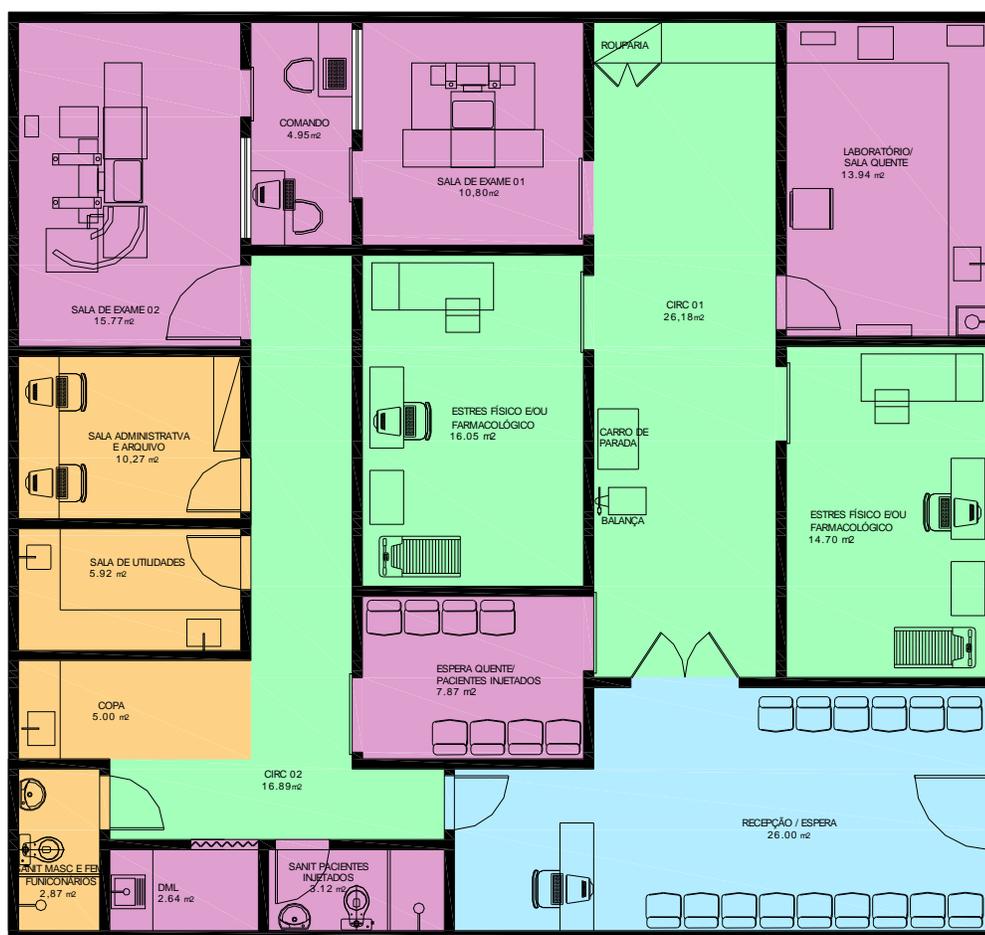
Da mesma forma que no hospital A, consta neste projeto os ambientes mínimos solicitados pelas normas exceto a Sala de coleta e o Laboratório de radioimunoensaio, pois este serviço não realiza procedimentos “in vitro”. Possui ainda, além dos recomendados a Sala para exame de estresse físico e farmacológico. Para dar suporte a este ambiente é indispensável a existência do carro de emergência com os equipamentos e materiais necessários para um eventual atendimento ao paciente.

Esta unidade possui alguns dos ambientes de apoio recomendados pela RDC 50 (ANVISA, 2004) que são: DML exclusivo, Sala de espera, Recepção, Banheiro para funcionário, Sala de utilidades, Sala administrativa e Rouparia.

Não foi contemplado neste projeto um ambiente específico para os rejeitos radioativos. Os rejeitos aguardam o tempo do decaimento no Laboratório de manipulação dentro de um armário abaixo da bancada. Tal situação é prevista pela RDC 50 (ANVISA, 2004) e depende da demanda do serviço. A vantagem desta forma

de trabalho é que há uma concentração do material radioativo em um único ambiente permitindo maior controle e diminuindo os risco de contaminação.

Não foi contemplado neste projeto um ambiente específico para a Administração de radiofármacos, esta atividade é realizada dentro das Salas de estresse.



LEGENDA ZONEAMENTO:	
	RECEPÇÃO/ESPERA
	ÁREA CONTROLADA
	ÁREA SUPERVISIONADA
	ÁREA LIVRE

**PLANTA BAIXA**  
**UNIDADE DE MEDICINA NUCLEAR**  
**ESTUDO ZONEAMENTO**

Figura 37: Hospital B – estudo de zoneamento  
 Fonte: Elaborado pela autora.

Quanto aos fluxos, de paciente, funcionários e os insumos radiativos que foram analisados na planta abaixo, observa-se que existe uma certa preferência de fluxo de pacientes na circulação 01 onde se localizam as salas de estresse, espera quente e

sala de exame. Já na circulação 02 observa-se maior fluxos de funcionários, pois dá acesso o sanitário de funcionários, DML, Sala de Laudos.

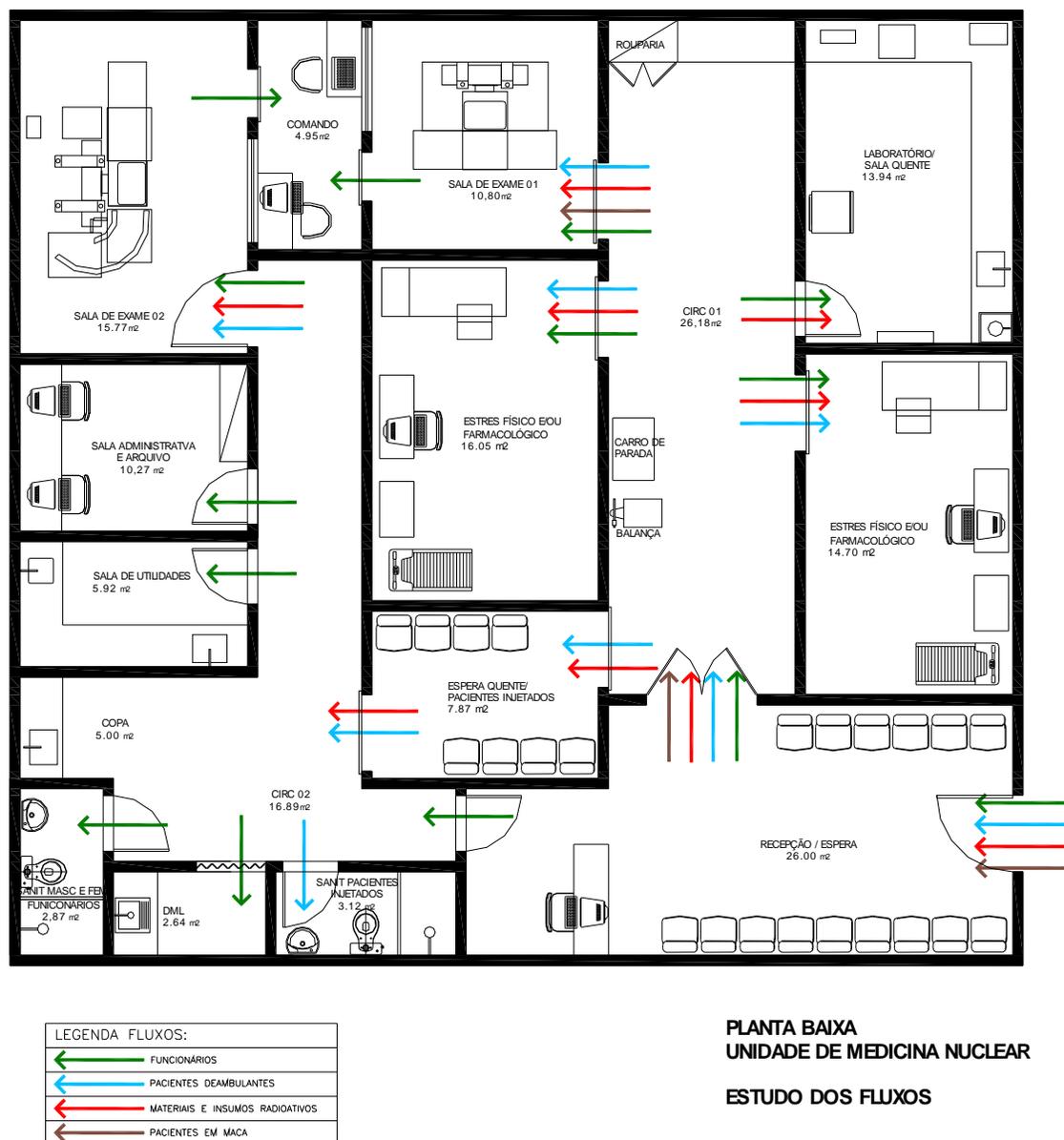


Figura 38: Hospital B– estudo de fluxos  
Fonte: Elaborado pela autora.

Neste projeto foi observado o correto dimensionamento das portas de acesso para macas, pacientes e equipamentos. Com exceção da porta do sanitário de paciente injetado não abre para fora do ambiente. O físico do serviço informou que os pacientes

acamados fazem os exames na sala 01, pois não havia na época da reforma espaço suficiente para deixar o acesso às duas salas.

Para a Sala de pacientes injetados neste serviço não foi previsto o Box para maca conforme exigido pela RDC 50 (ANVISA, 2004) o entrevistado argumentou que os pacientes não ficam aguardando em maca dentro da unidade, o que acontece é que os pacientes acamados só descem do quarto para fazer o exame na hora do mesmo.

Outro ponto em desacordo com a legislação é que o banheiro de pacientes injetados não prevê o acesso de pessoas com necessidades especiais.

O serviço conta com duas salas de exames ambas em conformidade com as exigências normativas, possuindo baritagem nas paredes e portas, condições de temperatura e umidade adequadas e controladas, ponto de gases, revestimentos impermeáveis, boas condições de iluminação. Os equipamentos guardam as distâncias das paredes estabelecidas na RDC 50 (ANVISA, 2004).

### 3 MATERIAL E MÉTODO

O estudo de caso realizado é do tipo observacional qualitativo, semi-estruturado, com observação participante realizado em uma unidade de Medicina Nuclear de um hospital da rede privada de Salvador, com o objetivo de Identificar as necessidades do espaço físico quanto às condições ambientais, de instalações observando as atividades e fluxos de trabalho da unidade. Os aspectos observados foram registrados no formulário próprio elaborado pelo autor da pesquisa.

A população de estudo foi constituída pelo espaço físico onde funciona o setor de Medicina Nuclear, tendo como critério de inclusão todos os ambientes da unidade que puderem ser visitados.

A coleta de dados foi feita no mês de fevereiro do ano de 2008, no turno matutino durante a rotina de funcionamento normal da unidade, pela autora da pesquisa. Não foi possível realizar o levantamento fotográfico, bem como obter a planta baixa da unidade e realizar medições dos espaços. A planta baixa apresentada nos resultados foi elaborada pela autora com base na memória dos espaços visitados, por isso não representa exatamente o serviço.

Os dados foram obtidos através da observação do espaço físico e com entrevista ao profissional pertencente ao setor. O instrumento de pesquisa utilizado foi um formulário contendo questões abertas e fechadas, abordando os aspectos selecionados para o estudo tais como as atividades realizada nos ambientes do setor, os fluxos de trabalho, condições ambientais para o desenvolvimento das atividades (higrotérmicas, acústicas, luminosas) e instalações necessárias (elétricas e eletrônicas, fluído mecânicas, climatização, hidro-sanitárias)

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto aos ambientes que compõe a unidade visitada foi verificada existência de todos os ambientes colocados com indispensáveis pela norma da CNEN-NE-3.05 (1996) e também os ambientes mínimos relacionados na RDC 50 (ANVISA, 2004), com exceção da Sala de coleta e o Laboratório de radioimunoensaio, pois o serviço não realiza procedimentos “in vitro”. Além desses a unidade conta com a sala de exames de estresse físico e farmacológico.

O Laboratório de manipulação e estoque de fontes em uso, conforme preconizado pela CNEN-NE-3.05 (BRASIL, 1996) possui os cantos entre piso e parede e entre paredes arredondados, possui revestimentos impermeáveis nas paredes, piso e bancadas de trabalho. A bancada em aço inox possui tanque com 40cm de profundidade e torneira sem controle manual. A existência destes itens proporciona um ambiente de trabalho mais seguro uma vez que facilita os processos de descontaminação e evita a contaminação dos funcionários.

Neste ambiente, a Norma 7256 (ABNT, 2005) coloca como necessário o controle de temperatura e umidade. Este ambiente possui sistema de condicionador de ar do tipo split. Foi verificada a existência do dispositivo de controle indicando que são controladas as condições ambientais o que representa um ganho para o serviço que manipula com segurança os fármacos e radioisótopos utilizados.

Foi verificada a existência de blocos de chumbo, visor plumbífero, fogão para preparo de medicação, medidor de dose, frigobar, caixa para descarte de perfuro-cortante, carro para transporte de fontes, caixas blindadas para descarte separadas por elemento radioativo, medidor de radioatividade no ambiente. Possuir equipamentos e instrumentos adequados a suas atividades constitui um ganho para o serviço podendo co isso executar as atividades com mais segurança.

Foi informado pela entrevistada da visita que as paredes e porta deste ambiente são baritadas. Tal fato contribui para a segurança das pessoas que transitam pela unidade principalmente porque este ambiente localiza-se em uma circulação comum a outros serviços do hospital.

Embora não seja uma exigência normativa desta unidade ser uma unidade fechada com acesso restrito apenas das pessoas que trabalham ou vão fazer exames no setor, tal situação pode reduzir a possibilidade de acidentes e exposição desnecessária dos indivíduos. No caso do Laboratório, neste serviço visitado o profissional sai com o radiofármaco protegido em recipiente blindado, passa pela circulação comum para ter acesso à área onde se concentra a maioria dos demais ambientes da unidade inclusive a sala de administração de radiofármacos onde é aplicado no paciente.

No Laboratório de manipulação não foi observada a existência de lava-olhos e chuveiro de emergência conforme exigência da RDC 50 (ANVISA, 2004). A entrevistada informou a existência de chuveiro no sanitário de funcionários localizado na espera fria e também no sanitário de pacientes na espera quente. O ponto negativo é que em caso de acidente, a pessoa terá que percorrer um trajeto maior para retirar o material contaminado.

Ainda no Laboratório, quanto aos Equipamentos de Proteção Individual (EPI) foi verificada existência de óculos e avental plumbíferos, protetor de tireóide e luvas. Todos armazenados da forma adequada conforme o Manual de Cadastro e Inspeção em Estabelecimentos de Radioterapia e Medicina Nuclear (BAHIA, 2003). As condições de trabalho adequadas sem dúvida proporcionam um ganho para os funcionários e para o serviço.



Figura 39: Hospital C estudo de zoneamento  
Fonte: Elaborado pela autora.

Observa-se na figura a seguir os fluxos de paciente deambulante e acamado, de insumos e materiais radioativos, funcionários. Consta-se que há uma movimentação de material radioativo na circulação do hospital que é comum a outras unidades vizinhas de diagnóstico. Esta situação poderia ser evitada localizando o Laboratório de manipulação e a Sala de rejeitos junto aos demais ambientes controlados.

Nos dois exemplos de unidades apresentados anteriormente, as unidades têm acesso único e restrito. Observa-se que nos dois casos o Laboratório de manipulação e a Sala de rejeitos ficam localizados no final da unidade. Tais condições demonstram como a arquitetura pode contribuir para a minimização dos riscos no ambiente hospitalar.

A Sala de decaimento do serviço visitado localiza-se isolada dos demais ambientes tendo acesso através da mesma circulação comum do hospital que o laboratório de radiofármacos. A sala possui os cantos entre piso e parede e entre paredes arredondados, possui também sinalização indicativa de radiação e revestimentos impermeáveis nas paredes, piso atendendo às exigências da CNEN-NE-3.05 (BRASIL, 1996).

Quanto ao dimensionamento dos acessos foi observado que os corredores destinados à circulação de pacientes, atende as necessidades de fluxo. De acordo com a RDC 50 (ANVISA, 2004), os corredores de circulação de pacientes ambulantes ou em cadeiras de rodas, macas ou camas, devem ter a largura mínima de 1,20m, não podendo ser utilizados como áreas de espera. Os espaços bem dimensionados contribuem para o melhor funcionamento do serviço.



Foi informado pela entrevistada que as paredes e porta deste ambiente são baritadas, a guarda de materiais é feita de forma segregada por tipo de elemento. Existe no ambiente um tanque de alvenaria blindada, com tampa de chumbo dividido internamente em três compartimentos sendo um para cada elemento radioativo. Existem prateleiras onde ficam as fontes armazenadas protegidas em castelos de chumbo, no chão apoiados um sobre o outro ficam armazenados os galões geradores de tecnécio. Há espaço ainda para sacos plásticos com roupa e outros detritos que após o tempo de decaimento serão descartados juntamente com outros semelhantes do hospital.

A Sala de administração de radiofármacos está localizada logo na entrada da unidade possui paredes baritadas, superfícies de trabalho em aço inox e mobiliário e equipamentos compatíveis com as atividades realizadas. A localização da mesma contribui para o bom fluxo das atividades uma vez que esta é uma das primeiras do processo.

A Sala de pacientes injetados possui os mobiliários necessários para as atividades realizadas, cadeiras, espaço para maca, televisão, bebedouro. Também possui paredes e porta baritadas, climatizado artificialmente. Neste serviço existem três esperas: a fria, a quente e outra destinada à pacientes em tratamento que foram injetados no dia anterior e voltam para continuar o tratamento, como eles ainda emitem radiação não devem estar na fria e para que eles não recebam radiação dos que foram injetados no dia é que foi criada esta espera.

Na Sala de exames foi verificada a existência de armário para guarda dos acessórios do equipamento, armário para guarda de pertence do paciente, armário para roupa limpa (lençóis, colchas e roupão), suporte de hamper, suporte de soro que serve aos pacientes acamados, álcool gel. O equipamento de exames aparentemente guarda as distâncias mínimas das paredes conforme exigido na RDC 50 (ANVISA, 2004) e conta com sistema de no break.

Quanto às condições ambientais, o ambiente é climatizado 24hs através de condicionador tipo split, as paredes possuem barita, existe instrumento para medição da temperatura e umidade. A sala conta com boa iluminação que é necessária quanto é feita punção no paciente dentro da sala de exame, mas para o conforto do paciente conta com dispositivo de variador de luminosidade.

O piso existente na sala de exames é em PVC em placas sendo impermeável como recomendado pela CNEN-NE-3.05 (BRASIL, 1996), pois se o radiofármaco cair acidentalmente deve permitir fácil descontaminação uma vez que quando isto acontece os exames ficam suspensos até o físico medir a radioatividade no ambiente e considerar níveis de radiação que não interfiram no resultado dos exames. Por esse motivo também não ficam na sala de exame as caixas de descarte, quando é necessário fazer punção dentro da sala a injeção é descartada na sala de administração de radiofármacos.

Quanto aos gases medicinais foi verificada a existência de um ponto de oxigênio, conforme é exigido pela RDC 50 (ANVISA, 2004) para a eventual necessidade de o paciente passar mal.

A unidade visitada não possui uma sala específica para laudos e arquivos, pois o hospital conta com sistema informatizado e a imagem gerada no exame é transmitida ao sistema do hospital permitindo que seja acessado de qualquer outro local dentro do hospital. Não há nenhum prejuízo a não existência deste ambiente, inclusive facilita e dinamiza o atendimento, pois permite ao médico laudar o exame de seu consultório ou em outro local qualquer dentro do hospital.

O serviço realiza exames de estresse físico e farmacológico, os exames são realizados em uma mesma sala separados em dois ambientes por uma porta sanfonada de PVC. Isto acontece porque é a mesma equipe que faz os dois tipos de exames. No ambiente destinado ao estresse físico existe uma esteira ergométrica, eletrocardiograma, maca, caixa blindada para descarte de seringas separadas por tipo

de elemento radioativo. Não há nenhuma referencia escrita a esses ambientes nas normas pesquisadas, mas as unidades apresentadas como estudo de caso e a unidade visitada fazem uso destes ambientes como parte da realização dos exames. São atividades que precedem o exame na Gama-câmara.

No ambiente onde realiza os exames de estresse farmacológico existe um monitor cardíaco, uma maca, bomba de infusão, caixa blindada para descarte de seringas separadas por tipo de elemento radioativo e um carrinho de emergência que serve aos dois tipos de estresse no caso do paciente ter uma parada cardíaca.

No banheiro para pacientes injetados foi previsto o acesso aos portadores de necessidades especiais, possui ducha prevendo a descontaminação em caso de acidentes.

Todas as áreas estavam com indicação de radioatividade conforme recomendado pela CNEN-NN-3.01 (BRASIL, 2005) além do hospital contar com uma sinalização bastante clara. Este fato contribui para a humanização do atendimento deixando o paciente acolhido.

## 5 CONCLUSÃO

Este trabalho juntou diversas informações sobre o espaço físico em unidade de Medicina Nuclear, suas atividades, equipamentos necessários, condições ambientais, zonas e fluxos. Servirá com subsídio para a prática da arquitetura na implantação e implementação de unidades.

Tendo em vista o risco de exposição desnecessária, a arquitetura tem o seu fundamental papel na organização dos espaços. As áreas controladas onde o risco é maior devem preferencialmente ficar juntas e o mais afastado possível das demais áreas do hospital. Dentro da unidade pode-se também criar condições de minimizar a exposição ocupacional dos funcionários.

Assim como em qualquer atividade profissional, o uso das radiações ionizantes exige regras básicas de segurança. Quando um acidente ocorre numa atividade qualquer, o impacto social e ambiental pode ser contornado e compromete uma pequena parte da população e do meio. Mas quando um acidente nuclear ocorre devido a negligência quanto às regras de segurança, conseqüência catastróficas para toda a sociedade e meio ambiente, poderão ter impactos importantes, capaz de comprometer nossas vidas assim como as gerações futuras.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7256**: Tratamento de Ar em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) - Requisitos para projetos e execução das instalações. Rio de Janeiro, 2005. 22p.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Normas para projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde**. 2.ed. Brasília, 2004. 160p.
- BAHIA. Secretaria da Saúde do Estado. **Manual de Cadastramento e Inspeção em Estabelecimentos de Radioterapia e Medicina Nuclear**. Salvador, Ba; SUVISA/DIVISA, 2003. 73p.
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Comissão Nacional de Energia Nuclear – **CNEN-NN-3.01**-Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica. Janeiro, 2005.
- \_\_\_\_\_. **CNEN-NE-3.05**-Requisitos de Radioproteção e Segurança para Serviços de Medicina Nuclear. Abril, 1996.
- \_\_\_\_\_. **CNEN-NE-6.05**-Gerencia de Rejeitos Radioativos em Instalações Radioativas. Dezembro 1985.
- \_\_\_\_\_. **CNEN** Apostila Educativa – Aplicações da Energia Nuclear. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/aplica.pdf>> Acesso em: 20 de setembro de 2007a.
- \_\_\_\_\_. **CNEN** Apostila Educativa – Energia Nuclear. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/energia.pdf> > Acesso em: 20 de setembro de 2007b.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria Executiva / Diretoria de Investimentos e Projetos Estratégicos / Coordenação Geral de Projetos (CGP). **SOMASUS: Sistema de Apoio à Organização e Elaboração de Projetos de Investimento em Saúde**. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br/somasus>>. Acesso em: 25 fev. 2008.
- \_\_\_\_\_. Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS). Disponível em: <<http://www.datasus.gov.br>>. Acessado em: 21 mar. 2007.
- COIRO. Daniel. **Física médica em medicina nuclear**. Apostilas de aula do curso de engenharia clínica. Salvador, Bahia, 2005.
- GRX. Grupo GRX Brasil. Disponível em: <<http://www.grx.com.br/produtos/>>. Acesso em: 25 fev. 2008.
- KONEX. Acessórios radiológicos. Disponível em: <<http://www.konex.com.br/novo/produtos/>>. Acesso em: 25 fev. 2008.

MEIRA. Luiz Roberto Savatori. **Cintilografia**. Disponível em:  
<<http://www.geocities.com/luizmeira/cintilo.htm>>. Acesso em: 20 set. 2007.

PHILIPS. **Manual de instalação do equipamento**. Salvador, Ba em 2008.

SIEMENS. **Sugestão de Posicionamento para instalação de equipamento**.  
Salvador, Ba em 2008.