



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA NUCLEAR
Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Escola de Engenharia, Bloco 4.
3409-6662 – secnucl@nuclear.ufmg.br



PLANO DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA



Antonella Lombardi Costa

Titular da Instalação

Marcelo Nicácio Vianna

Supervisor de Radioproteção

Clarysson Alberto M. da Silva

Supervisor Substituto

Belo Horizonte

2025



Sumário

1 DADOS CADASTRAIS	4
1.1 INFORMAÇÕES GERAIS	4
1.2 INFORMAÇÕES DA INSTALAÇÃO RADIATIVA	4
1.3 RESPONSÁVEIS	4
1.4 GLOSSÁRIO	5
2 DESCRIÇÃO DA INSTALAÇÃO	6
2.1 CLASSIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO RADIATIVA	7
2.2 JUSTIFICATIVA DE USO DA FONTE DE RADIAÇÃO	7
2.3 PLANTA DA INSTALAÇÃO	7
3 SERVIÇO DE RADIOPROTEÇÃO	7
3.1 ORGANIZAÇÃO DO SERVIÇO DE RADIOPROTEÇÃO	7
3.2 RELAÇÃO DE PESSOAL	8
3.3 DESCRIÇÃO DOS MEDIDORES DE RADIAÇÃO	9
4 INVENTÁRIO DAS FONTES DE RADIAÇÃO	9
4.1 AQUISIÇÃO DE FONTE DE RADIAÇÃO	20
4.1.1 Antes do recebimento	20
4.1.2 Recebimento	20
4.2 DESATIVAÇÃO DE FONTE DE RADIAÇÃO	21
4.3 SINALIZAÇÃO	22
5 CONTROLE E SEGURANÇA	23
5.1 DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA	23
5.2 SISTEMA DE PROTEÇÃO FÍSICA	23
5.2.1 Remoção sem autorização	23
5.2.2 Roubo ou Furto	24
5.3 SISTEMA DE ISOLAMENTO	24
6 PROGRAMA DE CONTROLE DOS EQUIPAMENTOS DO SERVIÇO DE RADIOPROTEÇÃO	24
6.1 AFERIÇÃO DO MEDIDOR DE RADIAÇÃO	24
6.2 CALIBRAÇÃO DO MEDIDOR DE RADIAÇÃO	25
6.3 REGISTROS	25
7 PROGRAMA DE MONITORAÇÃO DE ÁREA	25
7.1 CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS	26
7.1.1 Comprovação da classificação	26
7.2 RADIOMETRIA (LEVANTAMENTO RADIOMÉTRICO)	26



7.2.1 Procedimento	26
7.2.2 Resultado	27
8 PROGRAMA DE MONITORAÇÃO INDIVIDUAL	27
8.1 PROCEDIMENTOS DE ROTINA	28
8.2 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL E COLETIVA.....	28
9 PROGRAMA DE TREINAMENTO	29
9.1 SUPERVISOR DE RADIOPROTEÇÃO	29
9.2 ALUNOS	29
9.3 PROJETOS DE PESQUISA	30
10 EXAMES MÉDICOS	30
10.1 PROCEDIMENTO MÉDICO EM CASO DE ACIDENTES	30
11 ARMAZENAMENTO TEMPORÁRIO DE FONTE DE RADIAÇÃO	31
12 GERENCIAMENTO DE REJEITOS RADIOATIVOS	31
12.1.1 Fonte fora de uso	31
12.1.2 Radionuclídeo de meia-vida baixa	31
12.1.3 Outros radionuclídeos	32
13 TRANSPORTE DAS FONTES DE RADIAÇÃO	32
14 PROGRAMA DE EMERGÊNCIA	32
14.1 PLANO DE EMERGÊNCIA	32
14.1.1 PARTE PREVENTIVA	32
14.1.2 PARTE DE EMERGÊNCIA POTENCIAL	34
14.1.3 PARTE APLICATIVA	35
14.2 TELEFONES DE EMERGÊNCIA	37
15 PROGRAMA DE GARANTIA DA QUALIDADE DO SISTEMA DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA	37
16 RETIRADA DE OPERAÇÃO DA INSTALAÇÃO.....	38
17 BIBLIOGRAFIA	39
18 ANEXOS	40



1 DADOS CADASTRAIS

1.1 INFORMAÇÕES GERAIS

Este Plano de Radioproteção tem como objetivo documentar os procedimentos de segurança no trabalho com o risco ambiental “Radiações Ionizantes” adotados pelo Departamento de Engenharia Nuclear da UFMG para assegurar que o uso de radiação ionizante nas suas instalações seja conduzido sem detrimento da segurança radiológica dos indivíduos ocupacionalmente expostos, indivíduos do público e do meio ambiente, atendendo às normas da CNEN, ANVISA e de Segurança do Trabalho do MTE aplicáveis a cada situação (vide BIBLIOGRAFIA).

1.2 INFORMAÇÕES DA INSTALAÇÃO RADIATIVA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Engenharia - Departamento de Engenharia Nuclear
CNPJ: 17.217.985/0019-33
Endereço: Av. Antônio Carlos 6627 – Campus Pampulha
Cidade: Belo Horizonte, MG
CEP 31.270-901
Telefone: (31) 3409-6662
Site: <http://www.ufmg.br/ufmg/inicial> / <http://www.nuclear.ufmg.br>
e-mail: secnucl@nuclear.ufmg.br

1.3 RESPONSÁVEIS

O titular da instalação radiativa é o responsável pela radioproteção e segurança da instalação. As obrigações básicas do titular da instalação são aquelas relacionadas na norma CNEN-NN-3.01/RESOLUÇÃO CNEN 323/24, ou outra legislação que vier a substituí-la, conforme aplicável a cada laboratório.

Titular: Prof. Antonella Lombardi Costa
CPF: 94123446604
Telefones: (31) 34096688 / (31)999049513
e-mail: antonella@nuclear.ufmg.br

Supervisor de Radioproteção: Engº Marcelo Nicácio Vianna - CNEN **AP-1836**
responsável, com registro de Aplicações no ensino e na Pesquisa (AP) junto à CNEN,
CPF: 854.128.216-34
Telefones: (31) 998126903
e-mail: marcelonv@ufmg.br



Supervisor Substituto: Prof. Clarysson Alberto Mello da Silva

CPF 029.750.306-57

Telefones: 34096683

e-mail: clarysson@nuclear.ufmg.br

1.4 GLOSSÁRIO

OBS: A CNEN disponibiliza um glossário de termos de segurança nuclear que pode ser consultado caso o termo desejado não se encontre nas definições abaixo.

Acidente: Qualquer evento não intencional, incluindo erros de operação e falhas de equipamento, cujas consequências reais ou potenciais são relevantes sob o ponto de vista de proteção radiológica ou segurança nuclear.

Área Controlada: área sujeita a regras especiais de proteção e segurança, com a finalidade de controlar as exposições normais, prevenir a disseminação de contaminação radioativa e prevenir ou limitar a amplitude das exposições potenciais. Há risco de exposição à radiação ionizante

Área Livre: qualquer área que não seja classificada como área controlada ou área supervisionada.

Local considerado sem risco de exposição à radiação ionizante. Local cuja taxa de exposição é menor que 1 mSv/ano.

Área Supervisionada: área para a qual as condições de exposição ocupacional são mantidas sob supervisão, mesmo que medidas de proteção e segurança específicas não sejam normalmente necessárias.

Consequência Relevante: Exposição ou contaminação que resulte ou possa resultar em dose acima dos limites de investigação, definidos na norma CNEN NN 3.01 (1,0 mSv).

DAST: Departamento de Atenção à Saúde do trabalhador

DENU : Departamento de Engenharia Nuclear

Incidente: Evento não planejado que tem o potencial de levar a um acidente.

Instalação Radiativa: Local em que se faz uso de fontes de radiação.

IOE: Indivíduo Ocupacionalmente Exposto. É a pessoa que trabalha com radiação (aluno, servidor público, etc), exposto ou com possibilidade de exposição. Indivíduo sujeito à exposição ocupacional independente da Situação de Exposição;

LIN: Laboratório de Instrumentação Nuclear do DENU



Levantamento Radiométrico: Coleta de informações relacionadas à medida da taxa de exposição ou taxa de dose de radiação ou contagens. Não tem validade legal para ser apresentado às autoridades.

PPR-Plano de proteção radiológica

Rejeito Radioativo: Qualquer material resultante de atividades humanas, que contenha radionuclídeos em quantidades superiores aos níveis de dispensa estabelecidos pela CNEN, para o qual a reutilização é imprópria ou não prevista

Serviço de Radioproteção (SR): Serviço que conta com profissionais para controles, registros e procedimentos voltados à segurança do trabalho com o risco ambiental ocupacional radiações ionizantes.

SCRA- Requerimento para Solicitação de Concessão de Registros e Autorizações

Supervisor de proteção radiológica ou supervisor de radioproteção (SPR) indivíduo com habilitação de qualificação emitida pela *CNEN*, no âmbito de sua atuação, formalmente designado pelo *titular* da *instalação* para assumir a condução das tarefas relativas às ações de *proteção radiológica* na *instalação* relacionada àquela *prática*.

SSPR: Substituto do Supervisor de Proteção Radiológica.

Titular: responsável legal pela instituição, estabelecimento ou *instalação* para a qual foi outorgada, pela *CNEN*, uma licença, autorização ou qualquer outro ato administrativo de natureza semelhante.

2 DESCRIÇÃO DA INSTALAÇÃO

O Departamento de Engenharia Nuclear-DENU é classificado como uma instalação radiativa devido à utilização de fontes de radiação ionizante em seus laboratórios. Nele são desenvolvidas atividades de ensino (aulas práticas de instrumentação, orientações de teses e dissertações nas áreas de conhecimento relacionadas com a energia nuclear e suas aplicações e ao planejamento energético), pesquisa e extensão nas áreas de tecnologia de reatores e ciclo do combustível nuclear; monitoramento do desenvolvimento de novas tecnologias de reatores nucleares; radiações aplicadas ao meio ambiente; radiações aplicadas na biomédica; instrumentação nuclear, dosimetria e radioproteção; engenharia da energia e planejamento energético.



2.1 CLASSIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO RADIATIVA

Perante a CNEN: as várias classificações das instalações radiativas são uma forma de avaliar o risco da prática da instalação. Estas classificações, definidas na norma CNEN NN 6.02 - Licenciamento de Instalações Radiativas, levam em conta o tipo de fonte de radiação e o risco associado.

O DENU possui laboratórios que fazem uso de radiações ionizantes, classificados como segue:

- ✓ LIN - Laboratório de Instrumentação Nuclear I – Sala 2316– Grupo 3, subgrupo C
- ✓ Laboratório de Subcrítica(Casamata) – Sala 1197
- ✓ Laboratório de Radioquímica – Sala 1195– Grupo 7, subgrupo A

2.2 JUSTIFICATIVA DE USO DA FONTE DE RADIAÇÃO

O DENU-UFMG possui laboratórios que utilizam fontes de radiação seladas e aparelhos emissores de raios x para ensino e pesquisa, contribuindo para construção de conhecimento e desenvolvimento da sociedade.

2.3 PLANTA DA INSTALAÇÃO

Como parte do controle de fontes de radiação, a Planta Baixa do DENU consta no anexo deste Plano de Proteção Radiológica.

3 SERVIÇO DE RADIOPROTEÇÃO

Em virtude das características do Departamento de Engenharia Nuclear-DENU, o Serviço de Radioproteção é constituído por um Supervisor de Radioproteção (também chamado Supervisor de Proteção Radiológica-SPR) e um Substituto do Supervisor de Radioproteção (SSPR).

3.1 ORGANIZAÇÃO DO SERVIÇO DE RADIOPROTEÇÃO

O serviço de radioproteção está alocado no DENU para armazenamento do plano de proteção radiológica, arquivamento dos laudos de monitoração individual(quando aplicável), normas da



CNEN, ANVISA e MTE, informações técnicas, relatórios e registros de controle de área e equipamentos.

3.2 RELAÇÃO DE PESSOAL

A relação completa da equipe do DENU que se enquadra como indivíduo ocupacionalmente exposto-IOE é a constante na tabela 1. Somente pode ser IOE quem possuir monitor individual (dosímetro) ou fizer uso de outro meio de registro da exposição e a Junta Médica da Universidade e/ou os médicos do trabalho do DAST considerarem apto para o trabalho com raios X ou substâncias radioativas.

Tab. 1 Relação de indivíduos ocupacionalmente expostos (corpo permanente de servidores do DENU)

NOME	CPF	FUNÇÃO/CARGO	HORÁRIO TRABALHO
Antonella Lombardi Costa	94123446604	professor	07:30 as 16:30
Clarysson Alberto Mello da Silva	02975030657	Supervisor substituto de radioproteção/professor	07:30 as 16:30
Marcelo Nicácio Vianna	85412821634	Supervisor de radioproteção/Engº de Seg.Trabalho	07:30 as 16:30
Telma Cristina Ferreira Fonseca	03218398622	professor	07:30 as 16:30
Arno Heeren de Oliveira	14215179904	Professor aposentado voluntário	07:30 as 16:30



3.3 DESCRIÇÃO DOS MEDIDORES DE RADIAÇÃO

Os medidores de radiação presentes no DENU encontram-se elencados a seguir na descrição de cada laboratório. A calibração ocorrerá periodicamente por Laboratório credenciado pelo CNEN/INMETRO.

4 INVENTÁRIO DAS FONTES DE RADIAÇÃO

A lista das fontes seladas de radiação pertencentes a cada laboratório bem como as atividades e equipamentos neles utilizados seguem abaixo apresentados por laboratório do DENU.

LABORATÓRIO DE INSTRUMENTAÇÃO NUCLEAR I – LIN-Sala 2316

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
AV. Antônio Carlos, 6627, Escola de Engenharia, Bloco 4
31.270-901 Belo Horizonte, MG
CNPJ.: 17.217.985/0019-33

INFORMAÇÕES E RESPONSABILIDADES
TITULAR: Prof. Antonella Lombardi Costa
SPR: Eng. Marcelo Nicácio Vianna (AP-1836)
SSPR: Prof. Clarysson Alberto Mello da Silva
PRÁTICA: Instrumentação nuclear

CARACTERÍSTICAS-O espaço físico do laboratório possui uma área de 48,6 m², é arejado e possui bancadas adequadamente energizadas; o laboratório é utilizado para pesquisa e ensino, onde é possível realizar cerca de quinze práticas vinculadas às disciplinas ENU-840 e ENU007, Instrumentação Nuclear e neste laboratório vários projetos de pesquisa são desenvolvidos utilizando fontes de diversas energias, e equipamentos com sua eletrônica associada para detecção dos diversos tipos de radiação. O conjunto de aparelhagem do LIN é composto de um sistema de espectrometria gama NaI(Tl) 3"x3", com toda a eletrônica associada, detectores Geiger Muller, detectores de Barreira de Superfície (Si), contadores proporcionais (BF3 e He3) para a detecção nêutrons, câmara de extrapolação, câmaras de ionização, canetas dosimétricas, detectores portáteis para medida de dose e sistema de fluorescência de RX.. O Lin tem ; eventualmente, recebe visitantes (professores e alunos do Ensino Médio e Superior) . O LIN detém todos sistemas utilizados para as práticas de detecção nuclear, Radioproteção e desenvolvimento de projetos de pesquisa.



FIG.1- Laboratório de instrumentação nuclear

As principais práticas ministradas no laboratório são:

- Prática 1 – Estatística de Contagem
- Prática 2 – Lei do Inverso do Quadrado da Distância
- Prática 3 – Atividade de uma Fonte Radioativa
- Prática 4 – Características e operação de um Detector Geiger-Müller
- Prática 5 – Espectrometria Gama
- Prática 6 – Princípio de Funcionamento e Utilização de uma Câmara de Ionização
- Prática 7 – Contadores Proporcionais
- Prática 8 – Atenuação de Raios X e Gama
- Prática 9 – Atenuação e Blindagem
- Prática 10 – Barreira de Superfície
- Prática 11 – Detecção de Nêutrons
- Prática 12 – Estudo de câmara de ionização a volume variável/extrapolação
- Prática 13 – Dosimetria Beta
- Prática 14 – Calibração de Instrumentos utilizados em Dosimetria Beta.
- Prática 15 – Identificação de elementos utilizando a Fluorescência de RX



Para o desenvolvimento dos projetos de pesquisa e realização das práticas são utilizadas várias fontes radioativas seladas de baixa atividade e aparelhos de RX de 70kV e 100KV. A lista de fontes radiativas que são utilizadas no LIN é mostrada na Tab.2..

Tab. 2. Inventário de fontes radiativas-Laboratório de instrumentação nuclear

ISÓTOPO	TIPO	ATIVIDADE(21/12/2023)	UNIDADE	MODELO/FABRICANTE	Nº SERIE
Am-241	selada	325,3	kBq	IAEA-Vienna	não possui
Am-241	selada	7,4	GBq	Amersham	Não possui
Ba-133	selada	25,99	kBq	RSS 8 Eu(Spectrum Techniques)	não possui
Ba-133	selada	25,16	kBq	IAEA-Vienna	não possui
Ba-133	selada	9,29	kBq	RSS 8 Eu(Spectrum Techniques)	não possui
Cd-109	selada	1,98	KBq	RSS 8 Eu(Spectrum Techniques)	não possui
Cd-109	selada	2,84E-4	KBq	RSS 8 Eu(Spectrum Techniques)	não possui
Co-57	selada	3,89E-16	KBq	IAEA-Vienna	não possui
Co-57	selada	1,16E-7	KBq	RSS 8 Eu(Spectrum Techniques)	não possui
Co-57	selada	0,25	KBq	RSS 8 Eu(Spectrum Techniques)	não possui
Co-60	selada	18,3	KBq	RSS 8 Eu(Spectrum Techniques)	não possui
Co-60	selada	1,58	KBq	IAEA-Vienna	não possui
Co-60	selada	2,33	KBq	RSS 8 Eu(Spectrum Techniques)	não possui
Cs-137	selada	22,74	KBq	RSS 8 Eu(Spectrum Techniques)	não possui
Cs-137	selada	145,01	KBq	IAEA-Vienna	não possui
Cs-137	selada	5,04	KBq	RSS 8 Eu(Spectrum Techniques)	não possui
Cs-137	selada	18,39	KBq	RSS 8 Eu(Spectrum Techniques)	
Eu-152	selada	47,23	KBq	IAEA-Vienna	não possui
Mn-54	selada	7,03E-13	KBq	IAEA-Vienna	não possui
Mn-54	selada	1,48E-6	KBq	RSS 8 Eu(Spectrum Techniques)	não possui
Mn-54	selada	0,48	KBq	RSS 8 Eu(Spectrum Techniques)	não possui
Na-22	selada	5,89E-3	KBq	IAEA-Vienna	não possui
Na-22	selada	0,11	KBq	RSS 8 Eu(Spectrum Techniques)	não possui
Na-22	selada	8,88	KBq	RSS 8 Eu(Spectrum Techniques)	não possui
Po-210	selada	7,4E-17	KBq	RSS 8 Eu(Spectrum Techniques)	não possui



Sr-90	selada	2,23	KBq	RSS 8 Eu(Spectrum Techniques)	não possui
Tl-204	selada	0,78	KBq	RSS 8 Eu(Spectrum Techniques)	não possui
Zn-65	selada	0,14	KBq	RSS 8 Eu(Spectrum Techniques)	não possui



FIG.2- Armário de aço onde são guardadas as fontes radioativas



FIG.3- fontes radioativas diversas

OBS : No outro laboratório de instrumentação nuclear(sala 1198) existe um equipamento gerador de raios x(nº serie 000211028006-B, fabricante PROCION Industria e comércio Ltda, modelo Ion-70x, capacidade 70KV. No momento, não está sendo utilizado em nenhuma atividade acadêmica.



FIG.4-Aparelho de raios x móvel

Equipamentos para medida de radiação

Monitores de área

- a. **Monitor de área MRA modelo GP-500:** monitor de contaminação de superfície equipado com uma sonda externa com um detector Geiger Muller do tipo panqueca e um display analógico, este detector é utilizado para medir radiação alfa, beta e gama
Faixa de resposta: 10 a 500.000 cpm ou 0,1 a 5.000 cps.
Certificado de calibração: N° 16090/FDEP/24 / data: 17/10/2024 / CDTN
Localização: Sala 2316 – Laboratório de Instrumentação Nuclear (LIN).



FIG.5-Monitor de contaminação de superfície

b. Monitor de área IMI modelo Inspector Alert: O IMI Inspector Alert mede radiação alfa, beta, gama e x usando um detector GM “pancake” de 2 polegadas com alta sensibilidade a fontes beta e alfa comuns. O display digital de fácil leitura mostra leituras em sua escolha de $\mu\text{Sv/h}$, mR/h , CPM ou CPS. O recurso Total/Timer permite leituras cronometradas de um minuto a 40 horas para medição precisa de contaminação de baixo nível. Um alerta sonoro soa quando a radiação atinge um nível ajustável pelo usuário

Faixa de resposta: Escala: 0.001 a 110 mR/hr ; 0.01 a 1.100 $\mu\text{Sv/hr}$; 0 a 350.000 CPM; 0 a 5.000 CPS; Total de 1 a 9.999.000 contagens

Certificado de calibração: Nº 24-2508/DATA :21/08/2024-METROBRAS

Localização: Sala 2316 – Laboratório de Instrumentação Nuclear (LIN).



FIG.6-Monitor de contaminação de superfície



c. Monitor de radiação de Nêutron (HPI) modelo 5085: O monitor de radiação da Health Physics Instruments (HPI) modelo 5085 Meridian é um medidor de nêutrons térmico equipado de um detector BF_3 , possui uma ampla resposta de energia e está em conformidade com a curva de resposta do ICRU REM. O moderador carregado com boro possui uma extremidade arredondada para fornecer uma melhor resposta direcional. No moderador, o cabo do detector passa por um labirinto para eliminar a transmissão. O Meridian padrão possui um detector BF_3 ; também está disponível um detector ^3He que oferece maior sensibilidade.

Faixa de resposta:

- 0,01 a 10.000 mrem/h
- Resposta Gama: Nenhuma resposta até 500 R/h para energia de ^{137}Cs .

Certificado de calibração:

- Sonda SGM 112: N° 4618/0508 / data: 07/2008 / LMRI – DEN/UFPE.
- Sonda SPQ 016: N° 87925/0508 / data: 07/2008 / LMRI – DEN/UFPE.



FIG.7-Monitor de radiação de nêutrons

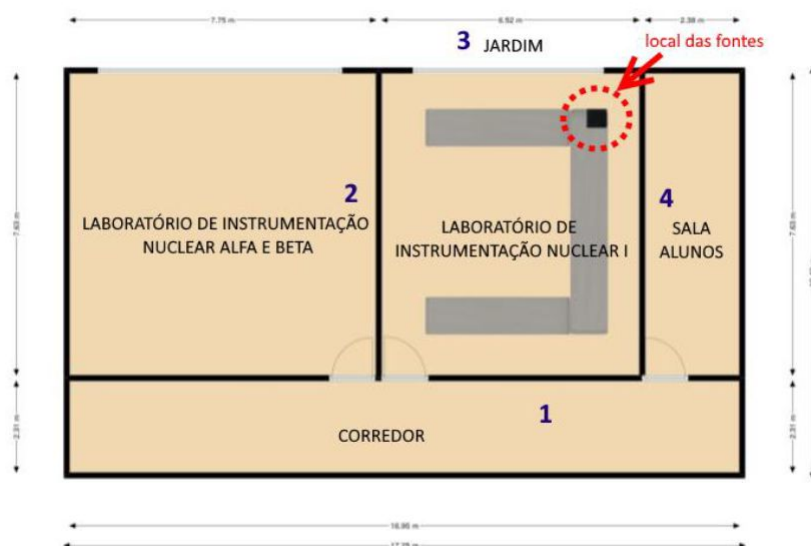


FIG.8- Planta baixa com indicando local do armário com as fontes



LABORATÓRIO DE SUBCRÍTICA (Casamata) – Sala 1197

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Av. Antônio Carlos, 6627, Escola de Engenharia. Bloco 4, SALA 1197
31.270-901 Belo Horizonte, MG
CNPJ.: 17.217.985/0019-33

1 INFORMAÇÕES E RESPONSABILIDADES

TITULAR: Prof. Antonella Lombardi Costa

SPR: Eng. Marcelo Nicácio Vianna(AP???)

SSPR: Prof. Clarysson Alberto Mello da Silva

PRÁTICA: Instrumentação nuclear

CARACTERÍSTICAS- Local onde se armazenam fontes radioativas, localizado na primeira planta. O Laboratório consiste de uma área de 8 x 8 metros, contendo em seu interior uma casamata de concreto pesado com porta de aço, de área interna de 3 x 2 metros. Na casamata há um alçapão de 1,5 x 0,8 m, de 01 metro de profundidade. Neste local são armazenadas as fontes radioativas. A planta baixa do primeiro piso apresenta estas áreas. A casamata tem com acesso restrito e fechadura própria tanto para o alçapão quanto para a porta de aço de entrada.

As fontes são colocadas abaixo do nível da superfície, blindadas com concreto pesado feito com carga de minério de ferro, com uma porta de metal e cadeado. Essa é uma área considerada controlada e o acesso somente é permitido ao pessoal monitorado, sendo expressamente proibida a permanência de qualquer pessoa não autorizada no interior da casamata.

OBS.: Neste laboratório estão confinadas duas fontes de Am-Be(fonte de nêutrons) de atividades de 1,04GBq(23/12/2023) e uma fonte de TI-204 de atividade 0,395MBq(23/12/2023)



FIG.9- Entrada do laboratório 1197

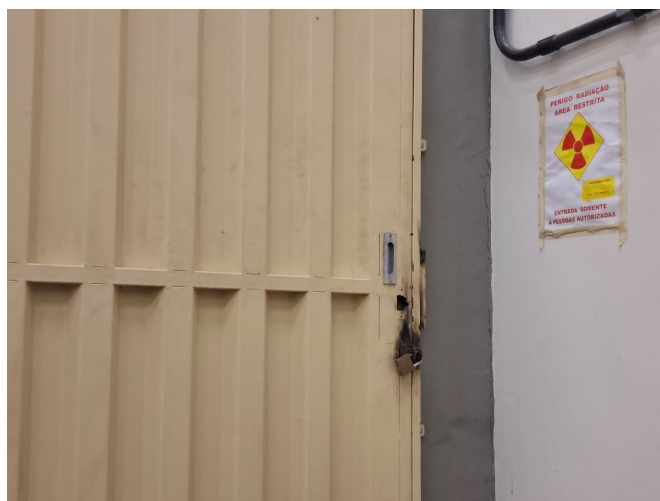


FIG.10- Entrada da casamata

OBS 2 : Neste laboratório existe um aparelho emissor de raios x fora de uso. Modelo LSG 419, fabricante ANDREX.



FIG.11- Aparelho de raios x industrial

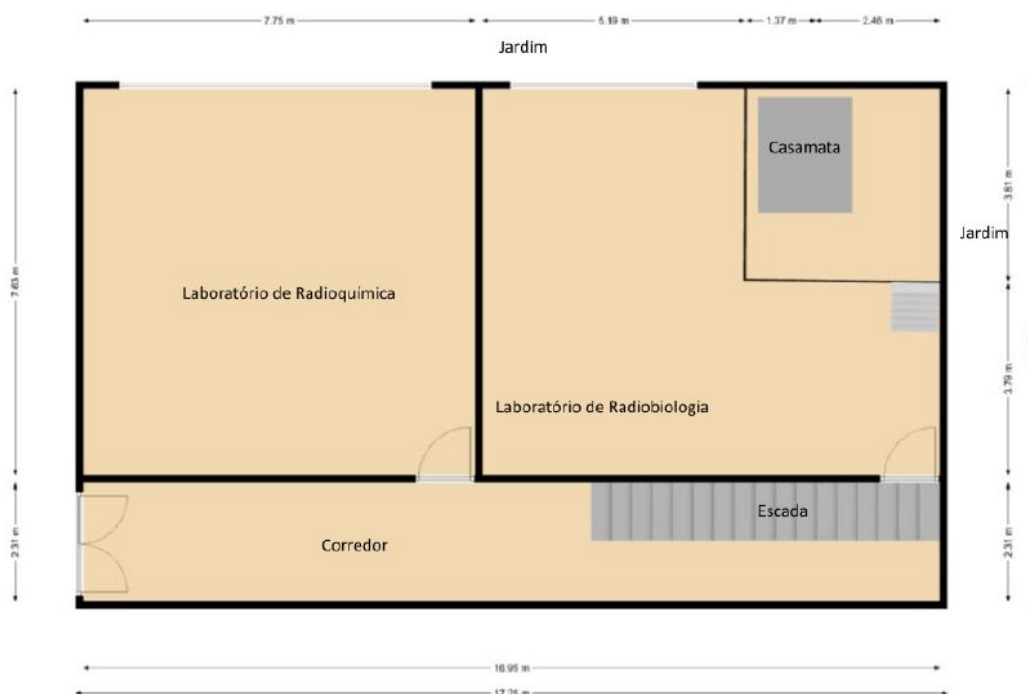


FIG.12- Planta baixa com disposição da casamata com fontes do Laboratório da Subcrítica



LABORATÓRIO DE RADIOQUÍMICA(sala de Neutrons)– Sala 1195

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

AV. Antônio Carlos, 6627, Escola de Engenharia. Bloco 4

91.501-970 Belo Horizonte, MG

CNPJ.: 17.217.985/0019-33

INFORMAÇÕES E RESPONSABILIDADES

TITULAR: Prof. Antonella Lombardi Costa

SPR: Eng. Marcelo Nicácio Vianna(AP-1836)

SSPR: Prof. Claryssin Alberto Mello da Silva

PRÁTICA : pesquisa

CARACTERÍSTICAS-Local onde se utilizam eventualmente fontes radioativas localizado na primeira planta. Nesta sala realizam-se as atividades de pesquisa. A sala 1195 tem área de 8 x 5 metros, conforme demonstrado em planta baixa. Esta contém no seu interior uma anti-sala com divisória, e uma área interna. A área interna da sala 1195 contém uma área blindada com porta de concreto, cujo nível do piso está a 1,5 m abaixo do piso da sala 1195. Essa área blindada tem acesso por meio de uma escada. A área é usada para experimentação com raios-X e experimentos com fontes seladas. Nesta sala realizam-se atividades de pesquisa com radiações de baixa atividade. Esta é uma área considerada controlada e o acesso só é permitido ao pessoal monitorado (professores e alunos de pós-graduação).



FIG13-. Entrada do laboratório 1195

Neste laboratório há um equipamento emissor de raios x(num. Serie 2019SCRA1694-0000001), fabricante MEDITRONIX, modelo BR-100, capacidade de 100KV.



FIG.14- Aparelho de raios x médico para pesquisa

Obs: As outras áreas e salas do Departamento destinam-se a uso da secretaria, sala de professores, alunos e salas de aula. (ver croqui em anexo)

4.1 AQUISIÇÃO DE FONTE DE RADIAÇÃO

4.1.1 Antes do recebimento

Antes de adquirir fontes de radiação o Servidor responsável deverá comunicar à Chefia do DENU ou designado por esta, para que se faça o trâmite burocrático necessário junto à CNEN.

- **Responsabilidades do Servidor responsável e do Titular**

- Informar ao Supervisor de Proteção Radiológica sobre a decisão de aquisição;
- Enviar ao Supervisor de Proteção Radiológica as informações referentes ao material radioativo a ser adquirido e auxiliar o Supervisor de Proteção Radiológica prestando todas as informações que serão solicitadas
- Solicitar auxílio do Serviço de Radioproteção para elaboração da Solicitação de Licença de Importação (**SLI**) ou Requerimento de Transferência de Fonte Radioativa ou Equipamento Gerador de Radiação Ionizante entre instalações radiativas (**RTR**);
- Guardar uma cópia do documento de aquisição (SLI ou RTR) para controle da



Instalação radiativa.

- **Responsabilidades do Supervisor de Proteção Radiológica**

- Fazer a Solicitação da autorização de transferência do radioisótopo (RTR) ou a Solicitação de Licença de Importação (SLI) para a instalação radiativa, quando solicitado;
- Solicitar ao servidor responsável e/ou Titular, toda a documentação necessária para o transporte;
- Atualizar o PPR, se necessário.

4.1.2 Recebimento

- **Responsabilidades do Servidor responsável e do Titular**

- Informar ao Supervisor de Proteção Radiológica sobre a chegada da fonte de radiação;
- Enviar ao Supervisor de Proteção Radiológica as informações referentes ao material radioativo a serem atualizadas no PPR (número de série da fonte, por exemplo);
- Anexar a SLI ou RTR ao PPR da instalação radiativa.

- **Responsabilidades do Supervisor de Proteção Radiológica**

- Atualizar o PPR;
- Realizar a atualização de cadastro junto à CNEN, se necessário.

4.2 DESATIVAÇÃO DE FONTE DE RADIAÇÃO

Quando uma fonte de radiação for desativada (ou seja, não for mais utilizada), o Serviço de Radioproteção deverá ser imediatamente comunicado, para que, em conjunto com o local responsável pelas fontes, possam tomar as devidas providências, que são:

- **Responsabilidades do Servidor responsável e do Titular**

- Transferir a fonte para a blindagem de transporte (quando existente);
- Trancar a fonte com cadeado;
- Efetuar monitoramento;
- Armazenar a fonte em local adequado (depósito intermediário ou local onde se utilizava a fonte);
- Registrar no controle de fonte a movimentação da mesma;
- Comunicar o Serviço de Radioproteção do DENU



Quando uma fonte radioativa for **desativada definitivamente**, a mesma deverá ser encaminhada à CNEN. Para tal, devem ser seguidos os seguintes procedimentos:

- **Responsabilidades do Servidor responsável e do Titular**

- Informar ao Supervisor de Proteção Radiológica sobre a decisão de descarte;
- Enviar ao Supervisor de Proteção Radiológica as informações referentes ao material radioativo a ser transportado e auxiliar o Supervisor de Proteção Radiológica prestando todas as informações que serão solicitadas.
- Guardar uma cópia da RTR para controle da Instalação radiativa.

- **Responsabilidades do Supervisor de Proteção Radiológica**

- Solicitar a autorização de transferência do radioisótopo (RTR) para instalação autorizada junto à CNEN;
- Solicitar ao servidor responsável e/ou Titular, toda a documentação necessária para o transporte;
- Informar à CNEN, sobre a desativação da fonte de radiação e atualizar o PPR.

- **Responsabilidades do Titular**

- O transporte será realizado em comum acordo entre a instalação radiativa, representada pelo Titular e a CNEN.
- O transporte deverá atender aos procedimentos ditados pela CNEN.

4.3 SINALIZAÇÃO

As fontes de radiação devem ser sinalizadas com o símbolo internacional de radiação ionizante. Todas as sinalizações serão inspecionadas visualmente, durante a realização das visitas técnicas pelo Serviço de Radioproteção, para verificar sua perfeita condição de identificação. Quando se fizer necessário, a etiqueta em mau estado de conservação será substituída por nova, garantindo que todas as fontes de radiação serão sempre facilmente localizáveis e identificáveis.



Trifólio – Símbolo internacional de presença de Radiação Ionizante

ATENÇÃO: As placas e etiquetas de sinalização devem indicar a presença de radioisótopo ou local com radiação ionizante.

5 CONTROLE E SEGURANÇA

5.1 DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA

As blindagens utilizadas pelas fontes de radiação foram fornecidas pelo fabricante do respectivo equipamento. Sua fabricação está em consonância com as exigências de normas internacionais e da norma da CNEN NN. 3.01. A segurança patrimonial da Universidade é atribuição da Diretoria da Divisão de Segurança em conjunto com empresas terceirizadas contratadas.

5.2 SISTEMA DE PROTEÇÃO FÍSICA

O objetivo do sistema de proteção física é evitar acesso indevido à área controlada ou supervisionada, sabotagem, roubo ou furto, acidentes com fontes de radiação ou exposição acidental.

5.2.1 Remoção sem autorização

A responsabilidade de guarda e uso das fontes é do servidor responsável pela instalação radiativa, de modo que qualquer alteração no local, aquisição ou remoção de fonte de radiação deve ser previamente comunicada (pelo servidor responsável) ao serviço de proteção radiológica do DENU.



5.2.2 Roubo ou Furto

O acesso das áreas com fontes de radiação é restrito ao servidor responsável e pessoas por ele autorizadas (servidores e alunos) que, também, são os responsáveis pelo controle das fontes. A Universidade também possui contrato de vigilância terceirizada das áreas externas.

5.3 SISTEMA DE ISOLAMENTO

A blindagem utilizada nas fontes de radiação é fornecida pelo respectivo fabricante do equipamento e suas características estão em consonância com as exigências internacionais.

- ✓ **Acesso:** O acesso à área das fontes de radiação é restrito.
- ✓ **Manutenção:** Quando necessário, o fabricante será contatado para realizar a manutenção.
- ✓ **Local para Armazenamento Temporário:** As fontes são armazenadas nos respectivos locais de uso de cada laboratório (vide item 4)

6 -PROGRAMA DE CONTROLE DOS EQUIPAMENTOS DO SERVIÇO DE RADIOPROTEÇÃO

O Programa de Controle dos equipamentos no serviço de Radioproteção consiste essencialmente na execução do Plano de Radioproteção existente, aferição e calibração dos medidores portáteis de radiação, teste de esfregaço (quando aplicável) e radiometrias(levantamento radiométrico) periódicas.

6.1 AFERIÇÃO DO MEDIDOR DE RADIAÇÃO

O Servidor responsável, Supervisor de radioproteção ou o Supervisor Substituto fará a aferição (teste de funcionamento) dos monitores de radiação antes do primeiro uso do equipamento no dia e registrará o resultado na Modelo de Ficha de Aferição de Monitor Portátil de Radiação (modelo Anexo).

Para isso realiza-se o seguinte procedimento:

1. Verificar as condições das baterias de cada monitor;
2. Verificar as condições gerais de cada monitor;
3. Verificar a validade da calibração de cada monitor;
4. Ligar cada monitor, verificar a carga da bateria e esperar estabilizar;
5. Posicionar a fonte de teste junto ao sensor de um monitor e esperar estabilizar;



6. Fazer os assentamentos na ficha apropriada;
7. Posicionar a fonte de teste junto ao sensor do outro monitor e esperar estabilizar;
8. Fazer os assentamentos na ficha apropriada.

6.2 CALIBRAÇÃO DO MEDIDOR DE RADIAÇÃO

1. **A cada dois anos**, providenciar a calibração dos Monitores de Radiação (GM, CI, etc).
2. **Mensalmente**, verificar a bateria do Monitor e comunicar o responsável em caso de irregularidade.

6.3 REGISTROS

Serão mantidos em arquivo, sob custódia do Serviço de Radioproteção, todos os documentos e registros referentes à segurança no trabalho com radiação, os quais estarão sempre à disposição de auditorias e fiscalização das autoridades (CNEN, MTE, etc). Fazem parte dos Registros:

1. Este Plano de Radioproteção e suas atualizações;
2. Certificados Diversos (Ofícios da CNEN, Certificado de Supervisor, treinamentos, etc)
3. Radiometrias e demais avaliações de risco (registros de levantamento radiométrico, laudo técnico de radiometria, testes de esfregaço, etc);
4. Documentos das fontes de radiação (Manuais, manutenção e certificados);
5. Certificados de Calibração dos Monitores de Radiação;
6. Outros (documentos, e-mails, SCRA, etc).

7-PROGRAMA DE MONITORAÇÃO DE ÁREA

A monitoração de área é realizada em torno das fontes de radiação e os registros das radiometrias (levantamentos radiométricos) são arquivados pelo Serviço de Radioproteção. Os valores encontrados nas radiometrias serão mantidos arquivados, possibilitando comparações com os valores anteriores, para investigações em situações de emergência.



Sempre que as fontes de radiação forem retiradas do local de instalação, que novas fontes forem instaladas ou quando houver mudança no posicionamento das fontes de radiação, será realizado novo monitoramento.

7.1 CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS

As áreas de cada instalação radiativa estão classificadas, conforme o risco radiológico, em uma das situações abaixo (vide glossário):

- **Área Controlada**
- **Área Supervisionada**
- **Área Livre**

7.1.1 Comprovação da classificação

A classificação das áreas será comprovada através da monitoração periódica da área(radiometria) realizada pelo serviço de radioproteção.

7.2 RADIOMETRIA (LEVANTAMENTO RADIOMÉTRICO)

A monitoração ambiental da exposição ocupacional consiste na coleta de informações referente ao agente nocivo “Radiação Ionizante”. São mensuradas as taxas de exposição ou taxas de dose emitidas pela fonte através do uso de medidor apropriado (GM ou CI), com objetivo de detectar falhas nas proteções coletivas utilizadas, além de comprovar a classificação da área.

O Levantamento Radiométrico é realizado pelo Servidor/pessoa designada conforme definido no plano de radioproteção da instalação radiativa. A radiometria compreende as seguintes medidas:

- Medição das taxas de dose equivalente a 5 cm de distância da fonte, com a fonte de radiação em operação;
- Medição das taxas de dose equivalente nos Postos de Trabalho.

7.2.1 Procedimento

O levantamento será executado por IOE treinado para este fim, portando dosímetro e monitor de área adequado, devidamente calibrado e testado, executando as seguintes ações:

- 1) Usa o Dosímetro individual, verificando o prazo de validade;



- 2) Confere as condições gerais para uso (indicador, bateria, reação a estímulo de fonte padrão e etc.) do medidor portátil de radiação que é utilizado para o levantamento. Registra o resultado na Modelo de Ficha de Aferição de Monitor Portátil de Radiação;
- 3) Certifica-se que o medidor portátil de radiação a ser utilizado está dentro de período de validade de calibração.
- 4) Liga o medidor;
- 5) Verifica as condições gerais de instalação da blindagem, bem como o estado de conservação da mesma e do obturador da fonte;
- 6) Executa as medições observando o mapeamento dos pontos definidos;
- 7) Providencia o registro das medidas na planilha

7.2.2 Resultado

Caso o resultado da radiometria indique taxas de dose acima do previsto, o servidor responsável deve comunicar ao supervisor de radioproteção.

8- PROGRAMA DE MONITORAÇÃO INDIVIDUAL

A dosimetria individual é um procedimento de proteção radiológica, obrigatório para pessoas ocupacionalmente expostas a radiações ionizantes, conforme normas e regulamentações da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e Ministério do Trabalho.

Todos os IOE(professor/servidor ou aluno) serão monitorados através de equipamento de leitura direta do tipo caneta dosimétrica durante seu período de trabalho. A caneta dosimétrica permite a avaliação da dose recebida por um trabalhador durante a realização de um trabalho e será utilizada pelos IOE sempre que houver necessidade de intervenções junto às fontes de radiação. Deverá ser colocada à altura do tórax e em nenhuma hipótese ser retirada do Departamento de Engenharia Nuclear. Em caso de exposição acidental da caneta dosimétrica, o fato deve ser imediatamente comunicado ao responsável pela proteção radiológica.

Observação - O uso da caneta dosimétrica não exclui o emprego do monitor portátil de radiação nas intervenções junto às fontes de radiação.



FIG.15- caneta dosimétrica

Características:

Marca : Arrow Tech INC

Modelo: W138

FAIXA : 0-200mR

Certificado de calibração: METROBRÁS

20-0804(emitido em 27 de Março de 2020)

8.1 PROCEDIMENTOS DE ROTINA

- 1) O IOE recebe do servidor responsável ou do Supervisor de Radioproteção a sua caneta dosimétrica durante a operação em que haja possibilidade de exposição à radiação ionizante
- 2) O IOE deve portar a caneta dosimétrica sempre que efetuar intervenções junto às fontes de radiação.
- 3) as canetas dosimétricas, ao fim da atividade/prática, são submetidas à leitura e avaliação junto ao serviço de proteção radiológica.
- 4) Para garantir a comunicação da dose individual (CNEN-NN-3.01, item 5.11.3), todos os IOE deverão assinar o relatório de doses de cada período. Isso garante:
 - a. Que cada IOE tem o conhecimento da dose a que se expõe;
 - b. Que a Universidade poderá comprovar que atende à legislação em caso de processo judicial.

8.2 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL E COLETIVA

Os equipamentos de proteção geral e individual que estão disponíveis nos laboratórios são:

Tijolos plumbíferos, avental plumbífero, Luvas descartáveis.



FIG.16- Avental e tijolos plumbíferos

9 PROGRAMA DE TREINAMENTO

Todos os IOE serão treinados em procedimentos de segurança no trabalho com fontes de radiação.

O treinamento dos trabalhadores (IOE) ligados ao serviço/pesquisa com fontes de radiação têm por objetivo prover informações necessárias à segurança no trabalho com radiações, ao manuseio das fontes e ao desempenho das funções, o que se traduz em segurança adicional. A maioria dos professores do departamento tem formação específica na área de engenharia nuclear/radiações, adquirida em cursos de pós-graduação. Os alunos de mestrado e doutorado que desenvolvem atividades experimentais na área de dosimetria e, portanto frequentam os laboratórios, adquirem conhecimentos de radioproteção através da disciplina de “Radioproteção ENU-827”.

9.1 SUPERVISOR DE RADIOPROTEÇÃO/DOCENTES

O Supervisor de Radioproteção e os professores do DENU são os responsáveis pelo Treinamento dos Trabalhadores/alunos e poderão atuar como Instrutores ou coordenadores dos treinamentos ministrados por seu substituto.

O Supervisor de radioproteção, para a situação específica do DEN, necessita possuir licença AP (Aplicações no ensino e na Pesquisa) válida junto à CNEN.

9.2 ALUNOS

Os alunos da universidade somente podem trabalhar com fontes de radiação sob a supervisão de um servidor/professor, autorizado.



O aluno deve atender aos requisitos do Plano de Proteção Radiológica da instalação radiativa em que se localiza a sala de aula ou laboratório de pesquisa, em especial no tocante ao treinamento de radioproteção e à monitoração individual.

9.3 PROJETOS DE PESQUISA

Projetos de pesquisa com fontes de radiação devem exigir do aluno o cumprimento dos requisitos do Plano de Proteção Radiológica do DENU.

IMPORTANTE: Projetos de pesquisa devem prever, para locais ainda não licenciados: treinamento do aluno em segurança no trabalho com fontes de radiação, elaboração de plano de radioproteção específico, solicitação da licença para operação, dosimetria do aluno e IOEs, recursos financeiros e administrativos para uso das fontes, etc. Conforme este plano de Gestão da Radioproteção e a legislação vigente.

10 EXAMES MÉDICOS

A Universidade somente admite servidores a partir de realização de concurso público e inspeção médica de ingresso, realizada por médico do quadro permanente de pessoal com exercício no Departamento de Atenção à Saúde do trabalhador-DAST.

Com o intuito de monitorar as condições de saúde dos servidores, são realizados exames médicos com periodicidade mínima semestral para os servidores que operam com raios X ou substâncias radioativas, cuja previsão está prescrita no Art. 72 da Lei 8.112 de 11 de dezembro de 1990, assim como no Art. 5 do decreto 6856 de 25/05/2009. A mesma periodicidade e exames se aplicam aos IOE que laboram sob o regime da CLT, conforme NR-07 do MTE.

10.1 PROCEDIMENTO MÉDICO EM CASO DE ACIDENTES

Todo o trabalhador que participar de um evento acidental que envolva fonte radioativa será primeiramente atendido conforme o procedimento de emergências descrito neste Plano de Radioproteção. Após este atendimento inicial, será encaminhado, pelo Servidor Responsável ou Supervisor de Radioproteção, para avaliação médica e dosimétrica.

O fato deve ser prontamente comunicado ao DAST pela chefia imediata do trabalhador ou pelo Servidor Responsável. Caso o evento ocorrido envolva servidor da Universidade a sua chefia imediata ou o próprio servidor deve providenciar o preenchimento do Formulário de comunicação



de acidente em serviço-CAS conforme orientações disponíveis no Manual do Servidor da Universidade.

Por fim, os médicos peritos do DAST e Junta Médica deverão avaliar o servidor envolvido no evento, incluindo os resultados da sua dosimetria, seus exames clínicos e laboratoriais, e emitirão parecer quanto ao afastamento, ou não, do servidor de suas funções envolvendo fontes de radiação. No caso de acidentes com alunos, o professor responsável deverá providenciar o preenchimento do formulário de comunicação de acidente em atividades acadêmicas-CAA.

11 ARMAZENAMENTO TEMPORÁRIO DE FONTE DE RADIAÇÃO

Cada instalação radiativa deve possuir um local próprio para armazenamento das fontes de radiação. Esta área deve ter acesso restrito e estar devidamente trancada e sinalizada.

A blindagem utilizada será a da própria fonte, a mesma utilizada para transporte.

12 GERENCIAMENTO DE REJEITOS RADIOATIVOS

12.1.1 Fonte fora de uso

Quando se fizer necessário substituir alguma fonte radioativa fora de uso, ela será enviada à CNEN. Todos os procedimentos para envio de fonte radioativa serão cumpridos. Nenhum material radioativo será desativado ou retirado do DENU sem o conhecimento do Serviço de Radioproteção e devida autorização da CNEN.

O transporte será realizado somente após a autorização da CNEN.

O procedimento para as fontes demasiadamente decaídas ou que apresentarem sinais de danos, consideradas fora de uso, será o seguinte:

- O servidor responsável acondicionará a fonte em embalagem apropriada e sinalizada;
- Enquanto da permanência da fonte fora de uso nas instalações do DENU, a mesma permanecerá em sua localização de origem ou será segregada em depósito temporário.
- Será realizado o procedimento para desativação de fonte de radiação descrito no item 4.

12.1.2 Radionuclídeo de meia-vida baixa

Em alguns casos a fonte radioativa possui meia-vida bastante baixa. Isso possibilita descartar a fonte de forma diferente da descrita acima. Pode-se esperar a fonte decair abaixo do limite de isenção estabelecido pela CNEN o que significa que a fonte deixa de ser considerada material radioativo. Depois de decaída, far-se-á o descarte, como material não radioativo.



12.1.3 Outros radionuclídeos

A UFMG/DENU não descarta material e/ou rejeito radioativo no meio ambiente. Caso algum material radioativo tenha de ser descartado, adotar-se-á um dos procedimentos acima descritos.

OBS : Todas as fontes seladas existentes nessa instituição estão sendo utilizadas em trabalhos de pesquisa e elaboração de teses de doutorado ou dissertações de mestrado. Deste modo não são consideradas até o presente momento, como rejeitos radioativos.

13 TRANSPORTE DAS FONTES DE RADIAÇÃO

Todo o transporte de fonte será efetuado por empresa que execute um Plano de Transporte(quando necessário) e cumpra as Leis de Trânsito nacionais, atendendo também à norma de transporte de materiais radioativos da CNEN.

14 PROGRAMA DE EMERGÊNCIA

O Programa de Emergência tem como objetivo, assegurar que serão tomadas as medidas apropriadas para a segurança e proteção dos profissionais envolvidos, assim como dos demais trabalhadores que estão em áreas próximas aos equipamentos, em caso de ocorrência de situações de emergência.

14.1 PLANO DE EMERGÊNCIA

O Plano de Emergências consta de três partes:

- 1) a parte preventiva;
- 2) a parte de emergência potencial;
- 3) a parte aplicativa ou de ação corretiva.

Espera-se que o número de acidentes seja muito pequeno, uma vez que cada etapa do processo é analisada sobre estes três aspectos e os profissionais são treinados para minimizar a probabilidade de ocorrer acidentes e incidentes.

14.1.1 PARTE PREVENTIVA

A parte preventiva constitui-se de ações de treinamento e segurança do trabalho com fontes de radiação que buscam minimizar a probabilidade de acidente ou incidente com fontes de radiação. Isto requer um planejamento prévio e a aplicação de uma série de procedimentos operacionais.



14.1.1.1 Treinamento

Todos os profissionais envolvidos com a radioproteção serão treinados, conforme descrito neste Plano de Radioproteção.

14.1.1.2 Procedimentos de radioproteção

Toda e qualquer situação classificada como emergência será registrada em arquivo pelo Serviço de Radioproteção, sendo todas as comunicações e relatórios arquivados juntamente com os resultados das investigações e das análises realizadas.

Caso ocorra qualquer tipo de acidente, a CNEN será comunicada através de relatório elaborado pelo Supervisor de Radioproteção. O prazo de comunicação do acontecimento à CNEN dependerá de sua gravidade. Em caso de ocorrência de incidente, a **CNEN será comunicada em até 30 (trinta) dias**, através de relatório por escrito, contendo a descrição de todos os fatos:

- Incidente;
- Causas;
- Investigações;
- Pessoas envolvidas;
- Procedimentos;
- Conclusões.

Quando ocorrer um acidente, a CNEN será comunicada imediatamente após as primeiras medidas de contenção, através de ligação telefônica e fax, quando serão descritos todos os fatos e pessoas envolvidas.

Tão logo seja retomada a situação de normalidade, será **encaminhado à CNEN, em até 30 (trinta) dias**, relatório contendo:

- Tipo de acidente;
- Pessoas envolvidas;
- Causas investigadas;
- Doses recebidas;
- Procedimentos.



14.1.2 PARTE DE EMERGÊNCIA POTENCIAL

Nesta seção serão feitas previsões teóricas levando-se em consideração as características de cada fonte, o tipo de acidente mais provável e o acidente de maiores proporções que pode acontecer, o cálculo das doses previstas nestes casos e os procedimentos a serem seguidos.

As piores situações de emergência passíveis de ocorrerem são:

- Incêndio deixando fonte exposta fora da blindagem
- Inundação com danos à blindagem
- Roubo com fonte sendo retirada da blindagem
- Exposição inadvertida

14.1.2.1 Impacto com a fonte de radiação:

Neste caso a região e a extensão do dano deverão ser identificadas e o Supervisor de radioproteção deverá ser notificado. No caso de desalinhamento, a fonte deverá ser alinhada por pessoal capacitado.

14.1.2.2 Fonte perdida ou roubada

1. O servidor responsável deve comunicar ao Titular e ao supervisor de radioproteção imediatamente;
2. O servidor responsável deve, com o auxílio do Supervisor de Radioproteção, iniciar de imediato a busca, usando todo o equipamento para detecção de radiação disponível e o plano de ação previamente traçado para estes casos.
3. Caso a fonte não seja encontrada, o serviço de radioproteção deve comunicar à CNEN e a Divisão de vigilância universitária deve comunicar à Polícia Federal;
4. Caso a fonte não seja encontrada e caso haja orientação da CNEN, o DENU deve comunicar à Assessoria de Imprensa da Universidade, que comunicará o fato à mídia.

14.1.2.3 Incêndio:

1. Se for possível, a fonte deve ser removida da área de risco. Os bombeiros serão informados da existência e da localização das fontes de radiação, pelo servidor responsável.



2. Neste caso, os bombeiros, já devidamente esclarecidos, deverão tratar do fogo em primeiro lugar. Todos os procedimentos e normas de incêndio deverão ser acionados. A operação de rescaldo deverá ser acompanhada pelo Supervisor de Proteção Radiológica.
3. Salienta-se que o procedimento de desligar o fornecimento de energia elétrica (comumente adotado pelos bombeiros) eliminará a geração de eletricidade, porém não eliminará a emissão de radiação pelos radioisótopos
4. Após o incêndio, deve-se proceder da mesma maneira para o caso de uma fonte exposta, uma vez que existe a possibilidade, mesmo que remota, de alguma fonte ter ficado exposta.

14.1.2.4 Inundação:

1. Se for possível, a fonte deve ser fechada e removida da área de risco. As autoridades envolvidas serão informadas da existência e da localização das fontes de radiação, pelo servidor responsável.
2. Neste caso, as autoridades, já devidamente esclarecidas, deverão tratar da inundação em primeiro lugar.
3. Salienta-se que o procedimento de desligar o fornecimento de energia elétrica eliminará a geração de eletricidade, porém não eliminará a emissão de radiação pelos radioisótopos.
4. Após a inundação, deve-se proceder da mesma maneira para o caso de uma fonte exposta, uma vez que existe a possibilidade, mesmo que remota, de alguma fonte ter ficado exposta.
5. Por fim, após a inundação deve-se realizar o teste de esfregaço (nos locais aplicáveis) sob orientação do Supervisor de Proteção Radiológica. É bastante improvável a ocorrência de vazamento de material, mas como existe esta probabilidade o teste de esfregaço eliminará possíveis dúvidas.

OBS : Não há registros de casos de acidente no DENU, principalmente porque são utilizadas apenas fontes seladas de baixa atividade.

14.1.3 PARTE APLICATIVA

Serão consideradas as ações e procedimentos necessários no caso do acontecimento de um acidente real, desde seu início até o relatório final sobre o acontecimento.

14.1.3.1 Ações de aproximação e manutenção da área



O servidor responsável deverá:

1. Medir a intensidade do campo de radiação com medidor portátil;
2. Isolar a área do acidente através de barreiras físicas colocadas a uma distância onde a taxa de dose não exceda a $0,25 \mu\text{Sv/h}$ ($25 \mu\text{Rem/h}$) e colocar sinais de alerta nas barreiras;
3. Comunicar o acidente, imediatamente, ao Serviço de Radioproteção, para que este tome as devidas providências;
4. Manter a área isolada com sinais de alerta e avisos em posição, até que o Serviço de Radioproteção verifique tudo, impedindo a entrada de pessoas não autorizadas na área sob controle.

14.1.3.2 Ações de Radioproteção

O servidor responsável deverá auxiliar o Supervisor de Proteção Radiológica que irão:

1. Verificar se as barreiras, sinais de alerta e avisos são satisfatórios;
2. Verificar se não há pessoas sem autorização nas áreas controladas e se as pessoas que vigiam as barreiras não estão recebendo radiação excessiva;
3. Planejar cuidadosamente o resgate da fonte enquanto estiver do lado de fora da área controlada. Este planejamento deve incluir todo o material necessário para o resgate da fonte, tais como: pinças, blindagens, EPIs, detectores, dosímetros, registros, etc.;
4. Recolher a fonte à blindagem o mais rápido possível, tendo o cuidado de não tocá-la com as mãos. O tempo máximo para realização desta tarefa deve ser calculado previamente e cronometrado por outra pessoa localizada na barreira, que deve avisar quando este se esgotar;
5. Verificar o nível de radiação, através de detectores, após ter colocado a fonte dentro da blindagem;
6. Checar a blindagem usada;
7. Afastar do trabalho com radiação os profissionais envolvidos no acidente e no resgate, até que se saiba qual a dose que cada um recebeu;
8. Enviar as canetas dosimétricas de todos os profissionais envolvidos no acidente e resgate da fonte ao laboratório de dosimetria para leitura urgente;
9. Se o relatório de doses confirmar que o servidor recebeu exposição excessiva, deve-se levar o fato ao conhecimento dos médicos do trabalho do DAST para que providenciem avaliações específicas e, se for o caso, encaminhar à Junta Médica para realizar avaliação pericial para verificação da necessidade ou não de afastamento do servidor.



14.2. TELEFONES DE EMERGÊNCIA

CNEN/DIEME – Divisão de Atendimento a Emergências Radiológicas:

<http://www.cnen.gov.br/acnen/emergencia.asp>

Durante horário comercial (dias de semana, de 08:00 às 17:00h)

(21) 2173-2939 - DIEME - Divisão de Atendimento a Emergências Radiológicas

(21) 2173-2928 - FAX

(21) 2173-2701 - Diretoria do IRD- Instituto de Radioproteção e Dosimetria

Fora do horário comercial, fins de semana e feriados, 24 horas por dia

(21) 99218-6433 - Plantonista da DIEME

(21) 99218-6432 - Plantonista da DIEME

(21) 99218-6602 - Chefe da DIEME

(21) 99218-6548 - Diretor do IRD

DEFESA CIVIL: 199

BOMBEIROS: 193

POLICIA: 190

DAST-UFMG : (31) 3409-4315

15 PROGRAMA DE GARANTIA DA QUALIDADE DO SISTEMA DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

O Programa de Garantia da Qualidade aplicado ao Sistema de Radioproteção é composto por um conjunto de operações que permitam identificar, avaliar e solucionar de forma confiável qualquer falha que possa comprometer a proteção radiológica. Para este fim são realizadas rotinas abaixo:

Bienalmente:

- 1) Realizar o teste de integridade em fontes seladas – teste de esfregaço;
- 2) Calibrar os medidores de radiação em Laboratório certificado pela CNEN/INMETRO;



3) Realizar a aferição de referência tão logo os medidores de radiação retomem da calibração;

Anualmente:

- 1) Realizar o treinamento dos IOE;
- 2) Realizar Laudo Técnico de Radiometria.

Semestralmente:

- 1) Aferir os monitores portáteis de radiação (Geiger-Müller, Câmara de Ionização, etc);
- 2) Verificar se os níveis de radiação junto aos equipamentos estão dentro das faixas indicadas nas radiometrias anteriores;
- 3) Verificar se os testes de controle de qualidade dos equipamentos geradores de raios X utilizados em radiologia médica e odontológica estão válidos e realizar os testes adicionais que forem necessários.

16 RETIRADA DE OPERAÇÃO DA INSTALAÇÃO

Caso seja decidido encerrar as atividades envolvendo o uso de fontes radioativas o titular da instalação solicitará a CNEN, seu descomissionamento, mediante um requerimento acompanhado de informações relativas ao(s): - destino a ser dado ao material radioativo e outras fontes de radiação por ventura ainda existentes; - destino a ser dado aos registros que devem ser conservados e controle ocupacional dos trabalhadores e, - procedimentos técnicos e administrativos para descontaminação do local da instalação, quando aplicável.



17 Bibliografia

1. CNEN-NN-3.01 - "Diretrizes Básicas de Radioproteção", Jan. 2005;
2. CNEN-NE-3.02 - "Serviços de Radioproteção", Jul. 1988;
3. CNEN-NE-6.02 - "Licenciamento de Instalações Radiativas", Out. 1984;
4. CNEN-NN-6.01 - "Registro de Pessoas Físicas para o Preparo e Uso de Fontes Radioativas", Fev. 1981.
5. CNEN Guia para o Licenciamento e Controle de Instalações Radiativas de Baixo Risco(classificadas nos Grupos 3A, 4, 7A e exceções do grupo 5).Dezembro/2020
6. CNEN-Roteiro para elaboração de plano de Radioproteção para Laboratórios de Pesquisa
- 7- UFRGS-Instituto de Física-Plano de Proteção Radiológica- Abril 2017



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA NUCLEAR
Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Escola de Engenharia, Bloco 4.
3409-6662 – secnucl@nuclear.ufmg.br

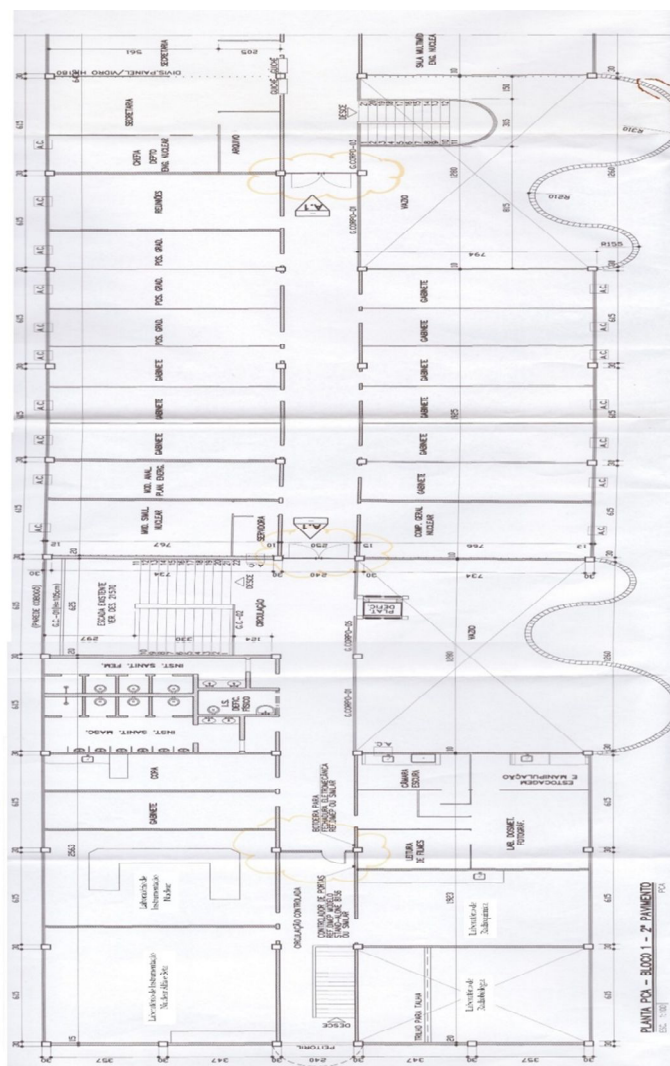


18 ANEXOS

1. Planta baixa do Departamento de Engenharia Nuclear
2. Modelo de Controle de Calibração de Monitor Portátil de Radiação
- 3 . Programa de Treinamento
4. Instruções aos IOE



ANEXO 1- Planta baixa do Departamento de Engenharia Nuclear



Croqui – Departamento de Engenharia Nuclear 1 e 2 andar



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA NUCLEAR
Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Escola de Engenharia, Bloco 4.
3409-6662 – secnucl@nuclear.ufmg.br



Anexo 2- Modelo de Controle de Calibração de Monitor Portátil de Radiação



CONTROLE DE CALIBRAÇÃO DE MONITOR PORTÁTIL DE RADIAÇÃO

O monitor de radiação deverá ser remetido para calibração sempre antes do prazo indicado no Certificado, com data previamente agendada junto ao laboratório da CNEN. Ao retornar da calibração não se esquecer de realizar e registrar a aferição de referência.

CALIBRAÇÃO DO MONITOR DE RADIAÇÃO SERVIÇO DE RADIOPROTEÇÃO			
TIPO DE MEDIDOR: MODELO: FABRICANTE: N.º Série:			
DATA DA REMESSA	RESPONSÁVEL PELA REMESSA DO MONITOR	DATA DA CALIBRAÇÃO	VISTO DO USUÁRIO
SUPERVISOR DE RADIOPROTEÇÃO:			



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA NUCLEAR
Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Escola de Engenharia, Bloco 4.
3409-6662 – secnucl@nuclear.ufmg.br



ANEXO 3- Programa de Treinamento



Programa de Treinamento

O Programa de Treinamento anual é realizado, pelo Supervisor de Radioproteção ou seu substituto, para os funcionários envolvidos com os equipamentos associados à fonte de radiação. Como parte das rotinas do serviço de radioproteção o MTE e a CNEN exigem treinamento anual para a reciclagem de conhecimentos dos trabalhadores ocupacionalmente expostos à radiação ionizante. Este curso é destinado a todos os IOE que não desenvolvem atividades de radiologia médica e odontológica e aborda os seguintes tópicos:

- Introdução à radioproteção;
- Noções de física atômica e nuclear;
- Fontes de radiação utilizadas no DENU;
- Instrumentação e Monitoração;
- Dosimetria das radiações;
- Monitoração individual e de área;
- Efeitos biológicos das radiações ionizantes;
- Segurança no Trabalho com Fontes de Radiação;
- Plano de Radioproteção;
- Procedimentos de proteção às radiações ionizantes;
- Normas de Segurança do Trabalho e da CNEN;
- Situações de emergência.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA NUCLEAR
Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Escola de Engenharia, Bloco 4.
3409-6662 – secnucl@nuclear.ufmg.br



ANEXO 4- Instruções aos indivíduos ocupacionalmente expostos



INSTRUÇÕES AOS IOE

Todo o pessoal envolvido na operação ou manutenção de fontes de radiação recebe treinamento sobre o Plano de Radioproteção e como proceder em caso de acidente ou emergência. Os Indivíduos Ocupacionalmente Expostos (IOE) devem, sempre que aplicável seguir os procedimentos :

- Seguir as regras e procedimentos aplicáveis à segurança e proteção radiológica especificados no Plano de Radioproteção e demais documentos da universidade;
- Todo trabalhador (professor ou aluno) deverá usar uma caneta dosimétrica durante seu período de trabalho. A caneta deverá ser pendurada à altura do tórax e em nenhuma hipótese ser retirado do Departamento de Engenharia Nuclear. Em caso de exposição acidental da caneta dosimétrica, o fato deve ser imediatamente comunicado ao responsável pela proteção radiológica.
- Todas as fontes, quando não estão sendo utilizadas, devem ser acondicionadas no armário próprio, que é mantido na sala 2316. Fora do horário da aula esta sala fica permanentemente trancada e o acesso só é permitido com um professor supervisor.
- Todas as fontes de maior atividade, quando não estão sendo utilizadas para pesquisa, devem permanecer acondicionadas em um cofre de concreto dentro da casamata na sala 1197. Estas salas ficam permanentemente trancadas e o acesso só é permitido a pessoas autorizadas.
- As fontes seladas devem ficar armazenadas em containers de chumbo com identificação externa.
- Todo manuseio de material radioativo deverá ser feito com o auxílio de uma pinça de 10 cm. Jamais utilizar diretamente as mãos.
- Dentro da instituição, as fontes seladas serão transportadas no próprio container de armazenagem
- Todo o movimento de fontes deverá ser registrado em um caderno próprio e controlado pelo responsável da radioproteção.
- É expressamente proibida a retirada de qualquer fonte selada do departamento
- Uma mulher ocupacionalmente exposta, ao tomar conhecimento da gravidez, deve notificar imediatamente esse fato ao Servidor responsável, ao Titular e ao DAST



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA NUCLEAR
Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Escola de Engenharia, Bloco 4.
3409-6662 – secnucl@nuclear.ufmg.br



- A mulher IOE gestante ou lactante será afastada do trabalho com radiação, enquanto durar a gestação e a lactação, exercendo suas atividades em local salubre e em serviço não penoso e não perigoso.

Declaro ter lido e entendido as informações acima, assim como as INFORMAÇÕES GERAIS do Plano de Radioproteção.

Data: ____ / ____ / ____ **Assinatura:** _____

Nome legível: