

INSTITUTO DE RADIOPROTEÇÃO E DOSIMETRIA - IRD

ANDRÉ DE OLIVEIRA FERNANDES
LUIS GUSTAVO DA SILVA NOGUEIRA
LUIZ ANTÔNIO MEDEIROS DE ARAUJO

Capacitação para registro de operador de radiografia industrial I

Rio de Janeiro - RJ
2013

ANDRÉ DE OLIVEIRA FERNANDES
LUIS GUSTAVO DA SILVA NOGUEIRA
LUIZ ANTÔNIO MEDEIROS DE ARAUJO

Capacitação para registro de operador de radiografia industrial I

Trabalho de conclusão de curso apresentado para obtenção da certificação de Especialista pelo Programa de Pós-Graduação lato-sensu em Proteção Radiológica e Segurança de Fontes Radioativas pelo Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD) da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) em parceria com Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA).

Orientador: Prof. Dr. João Carlos Leocadio.

Instituto de Radioproteção e Dosimetria – Comissão Nacional de Energia Nuclear

Coordenação de Pós-Graduação

2013

Ficha Catalográfica

FERNANDES, André de Oliveira; ARAUJO, Luiz Antônio Medeiros; NOGUEIRA, Luis Gustavo.

Capacitação e Registro de Operador de Radiografia Industrial I.

IRD, 2013.

ix, f. : 44. ; 29cm.

Orientador: Prof.Dr. João Leocádio IRD/CNEN

Trabalho de Conclusão de Curso (Lato-Sensu) – Instituto de Radioproteção e Dosimetria – IRD.

Referências bibliográficas: f. 41

1. Registro de IOE. 2. Centro de treinamento 3. Proteção Radiológica. I. Instituto de Radioproteção e Dosimetria. II. Título.

ANDRÉ DE OLIVEIRA FERNANDES
LUIS GUSTAVO DA SILVA NOGUEIRA
LUIZ ANTÔNIO MEDEIROS DE ARAUJO

Capacitação para registro de operador de radiografia industrial I

Trabalho de conclusão de curso apresentado para obtenção da certificação de Especialista pelo Programa de Pós-Graduação lato-sensu em Proteção Radiológica e Segurança de Fontes Radioativas pelo Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD) da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) em parceria com Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA).
Orientador: Prof. Dr. João Carlos Leocádio.

Aprovada em _____ de _____ 2013

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. João Carlos Leocádio

Prof. Manuel Jacinto Martins Lourenço

Prof.^a Adriana Teixeira Ramalho

Agradecimentos

Expressamos aqui os nossos sinceros agradecimentos a todos que de alguma forma contribuíram para que este trabalho fosse realizado.

Em primeiro lugar a DEUS, que está sempre presente em nossas vidas;

Ao nosso orientador Prof. Dr. João Carlos Leocádio e sua equipe, que desde o início acreditaram em nossa proposta, agradecemos pela paciência, desprendimento e profissionalismo ao qual nos instruíram e passaram seus conhecimentos;

A todos os professores e coordenadores do IRD que em todo momento acadêmico, estiveram empenhados e focados a nos passar, não só os conhecimentos da grade didática, mas também as suas experiências da vida profissional em campo;

Aos amigos de turma pela ajuda inestimável nos momentos difíceis;

E por fim, não menos importante, agradecemos a compreensão e paciência de nossas esposas e familiares que sempre nos apoiaram e nos incentivaram para a conclusão do curso.

RESUMO

Em 2013, entraram em vigor a Norma CNEN-NN 7.02 Resolução 144/13 – REGISTRO DE OPERADOR DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL - e a Resolução 145/13 - REQUISITOS DE SEGURANÇA E PROTEÇÃO RADIOLÓGICA PARA SERVIÇOS DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL - que alteram a Norma CNEN-NE 6.04 – FUNCIONAMENTO DE SERVIÇOS DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL. Com essas alterações, identificamos dificuldades para a formação, obtenção de registro e ingresso ao mercado de trabalho para novos operadores de radiografia industrial. Com isso, sugerimos um centro de treinamento visando facilitar essa certificação, fornecendo aos candidatos a operador todo preparo teórico e prático que as novas Resoluções exigem para o serviço de radiografia industrial que utilizem equipamentos emissores de radiação gama raios X.

Palavras chaves: Registro Operador Radiografia Industrial

ABSTRACT

In 2013, entered into force Standard CNEN-NN 7:02 Resolution 144/13 - REGISTRATION OF INDUSTRIAL RADIOGRAPHY OPERATOR - and Resolution 145/13 - SAFETY AND RADIATION PROTECTION SERVICES FOR INDUSTRIAL RADIOGRAPHY - amending Standard CNEN-NE 6:04 - OPERATION SERVICES INDUSTRIAL RADIOGRAPHY - With these changes, we identified difficulties for training, obtaining registration and entry to the labor market for new entrants industrial radiography. Thus, we suggest a training center to facilitate this certification, candidates operator providing all theoretical preparation and practical resolutions require that the new service for industrial radiography using gamma radiation emitting equipment and x.

Keywords: Registry Operator Industrial Radiography

SUMARIO

1.	INTRODUÇÃO.....	8
1.1	OBJETIVOS	9
2.	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	10
2.1.	Do funcionamento do serviço de radiografia industrial antes de 1980 até a Norma CNEN-NE 6.04.....	10
2.2.	A vigência da Norma CNEN-NE 6.04 - Funcionamento do serviço de radiografia industrial	11
2.2.1.	Qualificação de Operador de radiografia industrial.....	11
2.2.2.	Qualificação de Responsável por Instalação Aberta (RIA)	12
2.2.3.	Composição das equipas de Radiografia Industrial.....	12
2.3.	Alteração da Norma CNEN-NE 6.04 - Funcionamento de serviços de radiografia industrial - com a Resolução 145/13 - Segurança e proteção radiológica para o serviço de radiografia industrial - e a criação da Resolução 144/13 - Registro de operadores de radiografia industrial.....	13
2.3.1.	Registro de Operador de radiografia industrial II	17
2.3.2.	Da emissão, validade e renovação do registro	17
3.	METODOLOGIA.....	17
4.	RESULTADOS	18
4.1.	Comparação entre as normas	19
4.2.	Pesquisa de campo com aplicação de Questionário	20
4.3.	Avaliação de impacto causado pelas resoluções 144/13 e 145/13	22
4.4.	Sugestão para diminuir o impacto causado pelas novas Resoluções 144/13 e 145/13.....	22
4.5.	Estrutura física do Centro de Treinamento intensivo	23
4.5.1.	Escritório da direção do curso	23
4.5.2.	Serviço de Radioproteção	23
4.5.3.	Responsabilidades específicas do SPR	23
4.5.4.	Responsabilidades específicas do Operador II	25
4.5.5.	Responsabilidades dos Operadores I e II.....	25
4.5.6.	Bunker	25
4.5.7.	Croqui do local do Centro de Treinamento	26
4.6.	Plano de Estudos do Curso	26

4.6.1.	1º Módulo (Curso de proteção radiológica de 80 horas).....	27
4.6.2.	2º Módulo (Curso teórico de técnicas radiográficas)	29
4.6.3.	3º Módulo (Aulas práticas de execução das radiografias e utilização da proteção radiológica em campo)	29
4.6.3.1.	Técnicas radiográficas e preparação dos chassis	30
4.6.3.2.	Montagem do arranjo radiográfico	30
4.6.3.3.	Técnicas utilizadas em Gamagrafia.....	31
4.6.3.4.	Revelação e manuseio de filme radiográfico	33
4.6.3.5.	Aferição de equipamentos	34
4.6.3.6.	Levantamento radiométrico	36
4.6.3.7.	Veículo de transporte e sinalização	37
4.6.3.8.	Simulação de resgate de emergência (acidente com fonte).....	38
5.	CONCLUSÃO	40
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	41
	Anexo I – Modelo de requerimento para Registro em Proteção Radiológica Operador de Radiografia Industrial I ou II.....	42

1. INTRODUÇÃO

O mercado de trabalho na área de Radiografia industrial está cada vez mais competitivo. Com isso, ocorre uma busca por profissionais cada vez mais capacitados. No entanto, o que temos observado é que profissionais mal preparados estão sendo formados em curso de Proteção Radiológica de 80 horas promovidos por empresas privadas ou por supervisores de proteção radiológica das instalações radiativas, muitas vezes sem estrutura adequada para ministrar o curso. Em tais cursos, aulas práticas não fazem parte do conteúdo programático, fazendo com que o aluno não aprenda realmente a utilizar o conhecimento adquirido de proteção radiológica na execução das radiografias.

Com as novas Resoluções CNEN 144/13 e 145/13, que entraram em vigor em 2013, foram alterados alguns itens importantes, como:

- a) A composição das equipes de radiografia industrial e a forma de obter o registro como Operador, facilitando para as empresas com a diminuição dos gastos com a composição das equipes, mas dificultando o ingresso de novos profissionais na carreira;
- b) O antigo RIA (Responsável por Instalação Aberta) que agora é denominado Operador II, necessita, para obter o registro perante a CNEN, da comprovação de experiência de no mínimo 6 meses como operador I;
- c) A função de auxiliar (operador estagiário), que não está mais prevista em Norma na composição das equipes, diminuiu as chances de um recém-formado ingressar no mercado de trabalho. Além disso, observamos que algumas empresas no Brasil não possuem um local apropriado para realização de radiografias em instalações de operação do tipo II (Antiga instalação fechada), ou *bunker*, devido às pequenas dimensões de seus terrenos, muitas vezes incompatíveis com a geometria das peças a serem radiografadas.

Além disso, é de extrema importância investir na capacitação de novos profissionais. Sendo assim, no presente trabalho vislumbrou-se um projeto que traz a ideia de planejar um curso de Proteção Radiológica com maior tempo dedicado a aulas práticas e na experiência profissional, e não somente visita técnica, visando uma formação mais completa e cumprindo as exigências das novas resoluções.

1.1. OBJETIVO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo principal de fazer uma avaliação crítica das Normas CNEN 7.02 - Resolução 144/13 - e CNEN 6.04 - Resolução 145/13. Também objetivou-se:

- Buscar soluções para facilitar a obtenção do registro como operador I em radiografia industrial e assim possibilitar a inserção de novos profissionais no mercado de trabalho;
- Suprir a necessidade de algumas empresas, através de parceria nos *bunkers* para realização das radiografias;
- Amenizar o impacto causado pelas alterações feitas pelas Resoluções que entraram em vigor em 2013, que deixaram de exigir a função de Auxiliar de Proteção Radiológica (Operador estagiário) na composição das equipes de radiografias, e que alteraram os critérios para Registro de Operador de Radiografia I e II.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

O entendimento da importância de um treinamento prático em proteção radiológica e técnicas em radiografia industrial, com um planejamento tático-operacional e estratégico, bem delineado, para a capacitação de novos profissionais, só são possíveis mediante uma análise do histórico da forma como profissionais da área atuam e de como é realizada a formação dos mesmos.

Da mesma forma é preciso compreender, a partir de uma perspectiva histórica, porque o Brasil é um país com uma grande diversidade de práticas que utilizam radiação ionizante.

2.1. Do funcionamento do serviço de radiografia industrial antes de 1980 até a Norma CNEN-NE 6.04

Antes da Norma CNEN-NE 6.04 de novembro de 1985, os serviços de radiografia industrial eram deficientes e precários, tanto que havia muitos casos de doses elevadas. Não se tomavam providências relevantes quanto às altas doses e os cuidados com os operadores dos aparelhos de raios X e dos equipamentos de gamagrafia industrial.

O controle de proteção radiológica era insipiente, havendo assim uma grande deficiência referente ao controle radiológico, por não haver uma norma para esse tipo de atividade. Em paralelo, era grande e frequente o registro de altos valores de doses recebidas por profissionais que atuavam na área, dados estes arquivados nos antigos laboratórios que atuavam no controle de doses naquela época.

Após a constatação do citado, a CNEN decidiu que, para minimizar este problema, deveria haver a contratação de pessoal qualificado. A CNEN decidiu pela elaboração de uma norma para o Funcionamento de Serviço de Radiografia Industrial, bem como os procedimentos para aquisição de fontes radioativas e/ou aparelhos de raios X utilizados em radiografia industrial. Então, no período de 1980 a 1985, foram convidados os profissionais da CNEN, titulares e supervisores de radioproteção de empresas em radiografia industrial, para compor um comitê para a elaboração da primeira norma de proteção radiológica específica para radiografia industrial.

Para a elaboração da norma CNEN-NE 6.04, serviu de referência uma norma canadense de 1978 sobre proteção radiológica em radiografia industrial. Em 1985, saiu a primeira versão como Norma CNEN-NE 6.04.

A Norma CNEN-NE 6.04 Rev.1, sofreu então outra revisão em 1986, e entrou em vigor em dezembro/1988 como Norma CNEN-NN, com o título de “Funcionamento de Serviços de Radiografia Industrial”, com aprimoramento do conteúdo.

2.2. A vigência da Norma NE – 6.04 - Funcionamento do serviço de radiografia industrial

Em Janeiro de 1986 foi publicada a Norma CNEN-NE 6.04 - Funcionamento de Serviços de Radiografia Industrial – cujo objetivo era o licenciamento de instalações de radiografia industrial. Em 1988, após revisão, foi publicada a Resolução CNEN 31/88, posteriormente publicada no Diário Oficial da União em 26/01/1989, com o objetivo de estabelecer requisitos necessários para tal funcionamento, bem como os procedimentos para aquisição de fontes radioativas ou aparelhos de raios X utilizados em radiografia industrial, tanto em instalações abertas como nas fechadas. Tal resolução trouxe alguns tópicos importantes, tais como:

2.2.1. Qualificação de Operador de radiografia industrial

Na época, ficou estabelecido que o operador de radiografia industrial deveria possuir pelo menos:

- a) 1º grau completo de escolaridade;
- b) Ter concluído com aproveitamento um curso especializado de radioproteção reconhecido pela CNEN, com carga horária mínima de 80 horas; e
- c) Possuir certificação da qualificação concedida pela CNEN, mediante requerimento próprio.

Após um período de seis meses de experiência comprovada na função de operador estagiário, o candidato poderia se habilitar a prestação do exame de qualificação específico na CNEN.

Caso houvesse interrupção da atividade profissional por período superior a 12 meses, tal implicaria a obrigação da requalificação do operador. O operador de radiografia industrial poderia perder sua qualificação caso tivesse comprovadamente negligenciado em aspectos de radioproteção.

2.2.2. Qualificação de Responsável por Instalação Aberta (RIA)

Para obtenção da Qualificação como Responsável por Instalação Aberta (RIA), o candidato deve pelo menos:

- a) Possuir 2º Grau completo de escolaridade;
- b) Ter concluído com aproveitamento um curso especializado de radioproteção reconhecido pela CNEN com carga horária mínima de 80 horas;
- c) Possuir certificação da qualificação concedida pela CNEN, mediante requerimento próprio.

O candidato à Responsável por Instalação Aberta (RIA) que não possuir a escolaridade referida, mas tivesse experiência comprovada de cinco anos na função de operador, poderia requerer a certificação de qualificação desde que comprovasse possuir 1º grau completo. Caso houvesse a interrupção da atividade profissional por período superior a 12 meses, isso implicaria na obrigação da requalificação do operador. O Responsável por Instalação Aberta poderia perder sua qualificação, caso tivesse comprovadamente negligenciado em aspectos de radioproteção.

2.2.3. Composição das equipes de Radiografia Industrial

A Norma CNEN-NN 6.04, de 1989, estabeleceu os requisitos necessários para o funcionamento de serviço de radiografia industrial, tendo como um dos principais itens a organização do pessoal (Composição das equipes). As empresas de radiografia industrial deveriam seguir e compor as equipes das seguintes formas:

Quando se trata de uma Instalação aberta:

- a) 01 RIA (Responsável por Instalação Aberta);
- b) 01 Operador Qualificado CNEN; e
- c) 01 Operador estagiário.

Quando se tratar de Instalação Fechada:

- a) 01 Operador Qualificado CNEN; e
- b) 01 Operador estagiário.

Quando se tratar de uma instalação aberta em zona urbana.

- a) 01 RIA (Responsável por Instalação Aberta);
- b) 02 Operadores Qualificados CNEN.

2.3. Alteração da norma CNEN-NE - 6.04 - Funcionamento de serviços de radiografia industrial - com a Resolução 145/13 - Segurança e proteção radiológica para o serviço de radiografia industrial - e a criação da Resolução 144/13 - Registro de operadores de radiografia industrial

Com a entrada em vigor destas Resoluções, houve algumas modificações importantes:

Caracterização de instalações de radiografia industrial

I - instalações para armazenamento de fontes radioativas, assim discriminadas:

- a) armazenamento tipo I: sede ou escritório da empresa proprietária da fonte de radiografia gama, cuja área de armazenamento está localizada em recintos fechados, com blindagem permanente especialmente projetada para atender a capacidade instalada de fontes radioativas, com autorização para construção emitida pela CNEN;
- b) armazenamento tipo II: instalação cuja área de armazenamento está localizada em dependências de terceiros, onde é armazenada temporariamente a quantidade máxima de quatro equipamentos de radiografia gama por local de armazenamento, conforme especificado nesta resolução;

II - instalações para operação com fontes de radiação, assim discriminadas:

- a) operação tipo I: instalação cuja área de operação está localizada em recinto isolado, com proteção física adequada, onde são realizadas operações com equipamentos geradores de radiação ionizante auto-blindados, sem necessidade de

projeto aprovado pela CNEN, devendo ser apresentada documentação técnica do equipamento;

b) operação tipo II: instalação cuja área de operação está localizada em recintos fechados, com blindagem permanente, especialmente projetada para atender as respectivas situações operacionais, com projeto aprovado pela CNEN;

c) operação tipo III: instalação cuja área de operação está localizada em espaço isolado ou cercado, com proteção específica para cada eventual situação, sem a necessidade de projeto aprovado pela CNEN e;

d) operação tipo IV: instalação cuja área de operação está localizada em espaço isolado ou cercado de áreas habitadas ou vias públicas, em zonas urbanas, suburbanas ou rurais, com proteção específica para cada eventual situação, com a necessidade de procedimentos específicos de proteção radiológica, devendo possuir autorização específica da CNEN.

Parágrafo único. As instalações de radiografia industrial devem ser licenciadas de acordo com as diferentes instalações de operação e armazenamento que fazem parte de suas atividades.

Composição das equipes de Radiografia Industrial de instalações para operações tipo I, II, III e IV.

- 1) Quando se tratar de Instalação de Operação Tipo II: 02 Operadores I ou II.
- 2) Quando se tratar de Instalação de Operação Tipo III: 01 Operador I; 01 Operador II.
- 3) Quando se tratar de Instalação de Operação Tipo IV: 02 Operadores II.

Atribuições dos Operadores de Radiografia Industrial I e II:

Em 25 de Março de 2013 foi publicada do Diário Oficial da União a Resolução CNEN 145/13 da norma CNEN-NE 6.04, que trata de Requisitos de Segurança e Proteção Radiológica para Serviços de Radiografia Industrial. O art. 6º diz que os operadores de radiografia industrial I e II, além das responsabilidades descritas na resolução específica sobre registro de operadores de radiografia industrial I e II, devem:

- a) Delimitar e sinalizar áreas supervisionadas e controladas;
- b) Verificar as condições de funcionamento dos equipamentos emissores de radiação;
- c) Verificar os engates dos equipamentos de radiografia gama e acessórios, utilizando gabarito de testes;
- d) Verificar as condições de funcionamento dos medidores de radiação;
- e) Verificar a validade dos certificados de calibração dos medidores de radiação e de vistoria dos equipamentos de radiografia gama;
- f) Certificar-se dos procedimentos operacionais com relação ao retorno das fontes à posição de segurança.

Ainda segundo essa resolução, o operador de radiografia industrial II tem atribuições exclusivas, tais como:

- a) Auxiliar no treinamento dos operadores de radiografia industrial;
- b) Comprovar, por meio de monitoração, o correto balizamento da área de operação;
- c) Verificar documentação e registros disponíveis na instalação de operação, conforme descrito no plano de proteção radiológica;
- d) Realizar as monitorações estabelecidas no plano de proteção radiológica e manter os registros correspondentes nas instalações de operação; e
- e) Ter a custódia das chaves do local de armazenamento do tipo II.

Fica a cargo de titulares e empregadores a responsabilidade pela proteção desses IOE que se envolvam em exposições ocupacionais. Os IOE devem ainda:

- a) Seguir as regras e procedimentos aplicáveis à segurança e proteção radiológica especificados pelos empregadores e titulares, incluindo participação em treinamentos relativos à segurança e proteção radiológica que os capacite a conduzir seu trabalho;
- b) Fornecer ao empregador ou ao titular quaisquer informações sobre os trabalhos, passado e atuais, incluindo histórico de dose, que sejam pertinentes para assegurar tanto a sua proteção radiológica como a de terceiros;

- c) Fornecer ao empregador ou ao titular a informação de ter sido ou estar sendo submetido a tratamento médico ou diagnóstico que utilize radiação ionizante;
- d) Abster-se de quaisquer ações intencionais que possam colocá-los, ou a terceiros, em situações que contrariem os requisitos desta norma.

A Resolução 144/13 - Registro de Operador de radiografia industrial:

Em 25 de Março de 2013 foi publicada no Diário Oficial da União a Norma CNEN-NN 7.02, através da Resolução 144/13, específica para Registro de Operadores de Radiografia Industrial. Tal resolução estabelece que o interessado (pessoa física) pelo registro de operador de radiografia industrial I e II, deverá enviar à CNEN seu próprio requerimento, a cópia do diploma de ensino médio reconhecido pelo Ministério da educação, e ainda, comprovação de experiência e treinamento.

De acordo com o art. 3º desta mesma resolução, o candidato a operador de Radiografia Industrial I deverá atender aos seguintes requisitos:

- a) Ter idade igual ou superior a 18 anos;
- b) Possuir experiência de pelo menos cinco meses na atividade de radiografia industrial, comprovada por meio do histórico de dose individual;
- c) Ter concluído com aproveitamento, há menos de dois anos da data da solicitação do registro, um curso de proteção radiológica específico para as atribuições de operador de Radiografia Industrial, com carga horária mínima de 80 horas, ministrado por supervisor de proteção radiológica certificado pela CNEN na área de atuação de Radiografia Industrial há cinco anos.
- d) Possuir experiência operacional com acompanhamento de no mínimo 50 operações em Radiografia Industrial, utilizando equipamentos emissores de radiação gama ou raios-x comprovada por meio de formulário assinado pelo supervisor de proteção radiológica da instalação radiativa, na qual deve constar o nome da frente de trabalho, endereço, data, modelo e número de série do equipamento emissor de radiação utilizado.
- e) Estar em perfeitas condições físicas e psicológicas para atividades em campo.

2.3.1. Registro de Operador de radiografia industrial II

No art. 4º da mesma norma estabelece que o candidato à operador de radiografia industrial II deverá comprovar experiência de pelo menos seis meses como operador de radiografia industrial I registrado pela CNEN.

2.3.2. Da emissão, validade e renovação do registro

O art. 5º estabelece que o registro dos operadores de radiografia industrial I e II será fornecido aos candidatos que atenderem aos requisitos já citados e terá validade de três anos.

O art. 7º estabelece que a renovação do registro dos operadores de radiografia industrial I e II por mais três anos está condicionada ao atendimento aos seguintes requisitos:

- a) Envio de requerimento solicitando a renovação do registro na CNEN;
- b) Comprovação de ter exercido a atividade de operador de radiografia I e II durante, no mínimo, 18 meses nos últimos três anos, por meio de anotação em carteira de trabalho ou declaração do titular da instalação.

Os operadores I e II submetidos às sanções de suspensão ou cancelamento do registro não farão jus à renovação ou a novo registro durante a vigência da sanção.

3. METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, as atividades foram divididas em quatro etapas:

- a) A primeira etapa baseou-se na experiência profissional de um dos integrantes deste trabalho como Supervisor de Radioproteção na prática de Radiografia Industrial, que observou e identificou algumas falhas na formação de profissionais e a necessidade do mercado.
- b) A segunda etapa foi uma pesquisa em referências bibliográfica, documentos relativos ao assunto, como normas e resoluções, e entrevistas com profissionais do IRD especialistas no assunto.

- c) A terceira etapa, que foi a comparação entre as normas apresentada na Tabela 2.1, acima, no Capítulo anterior (Fundamentos Teóricos);
- d) A quarta etapa correspondeu a uma pesquisa de campo, utilizando um pequeno questionário (Anexo II), realizada com Supervisores de Radioproteção de empresas que trabalham com radiografia industrial e com alunos de cursos de proteção radiológica candidatos a operadores;
- e) Finalmente, a quinta e última etapa consistiu na elaboração do projeto de um curso com treinamento prático visando a minimizar o impacto das novas resoluções.

4. RESULTADOS

A partir dos estudos realizados neste trabalho surgiram duas alternativas diferentes de análise do assunto. Um enfoque mais amplo refere-se às considerações estratégicas necessárias à elaboração de um plano de estudo mais voltado para a utilização de aulas práticas como método de ensino mais eficaz para a capacitação de profissionais que estão iniciando carreira em radiografia Industrial. Essa nova metodologia, aplicada de maneira intensiva, pode fazer com que os profissionais tenham maiores condições e segurança para assumir suas funções.

Outra análise feita sobre o assunto foi a ideia de juntar a nova metodologia de ensino com as exigências feitas para o Registro de operadores de radiografia I, com a entrada em vigor da Resolução CNEN 144/13. Esta dificultou o ingresso de novos profissionais no mercado de trabalho por exigir experiência operacional com acompanhamento de no mínimo 50 operações em radiografia industrial.

O embasamento para o projeto de treinamento apresentado neste trabalho foi a observância como supervisor de radioproteção e também a pesquisa de campo feita com diversas empresas do Brasil, através do envio de questionários a diretores, supervisores de radioproteção e auxiliares de radioproteção.

Devido à exigência pela CNEN de experiência prática prévia, e os resultados da pesquisa de campo aqui apresentados, iniciou-se o projeto de um Centro de Treinamento, cuja finalidade é a de formar profissionais capacitados e facilitar a entrada deles no mercado de trabalho, cumprindo as exigências para obtenção do registro de operador de radiografia I junto à CNEN.

4.1. Comparação entre as normas

Com a finalidade de fazer uma comparação entre as normas CNEN-NN 6.04 - Resolução 145/13 e CNEN-NN 7.02 - Resolução 144/13, elaboramos a tabela 2.1, que resume os principais itens que as diferenciam.

Tabela 2.1 – Resumo das principais diferenças entre as duas normas em questão

Comparação entre a Norma CNEN-NN 7.02 - Resolução 144/13 e a Norma CNEN-NN 6.04 - Resolução 145/13		
	ANTES	DEPOIS
Nomenclatura das instalações de radiografia industrial	Aberta e fechada	Armazenamento Tipo I e II
Nomenclatura das instalações de operação	Aberta, Fechada e área Urbana.	Operação Tipo I, II, III e IV
Nomenclatura das notificações e registro	RIAF (Relação das instalações Abertas e Fechadas)	RIORI (Relação de instalações para Operação de Radiografia Industrial) CIORI (Cadastramento de Instalações para Operações de Radiografia Industrial)
Composição de equipe	RIA, Operador CNEN e Operador Estagiário	Operador I e II
Requisitos para certificação da qualificação (RIA) ou registro de operador II	Prova CNEN; 2º grau completo; Curso de Proteção Radiológica 80 hs; Indicação de uma empresa de Radiografia	Requerimento: Experiência de seis meses operador I;
Requisitos para certificação da qualificação de operador ou registro de operador I	Prova CNEN; 1º grau completo; Curso de Proteção Radiológica 80 hs; Experiência de seis meses operador estagiário.	Requerimento: Experiência de 5 meses comprovada por meio de histórico de dose individual; comprovar 50 participações em operações de radiografia. Curso de Proteção Radiológica 80 hs dada por SPR 5 anos de experiência .
Calibração de equipamento medidor e monitor de radiação	Medidor (Geiger Muller) - anual Monitor de Radiação (Bip e Caneta) - anual Monitor fixo - anual	Medidor (Geiger Muller) anual Monitor de Radiação (Bip e Caneta) - bianual Monito fixo – bianual

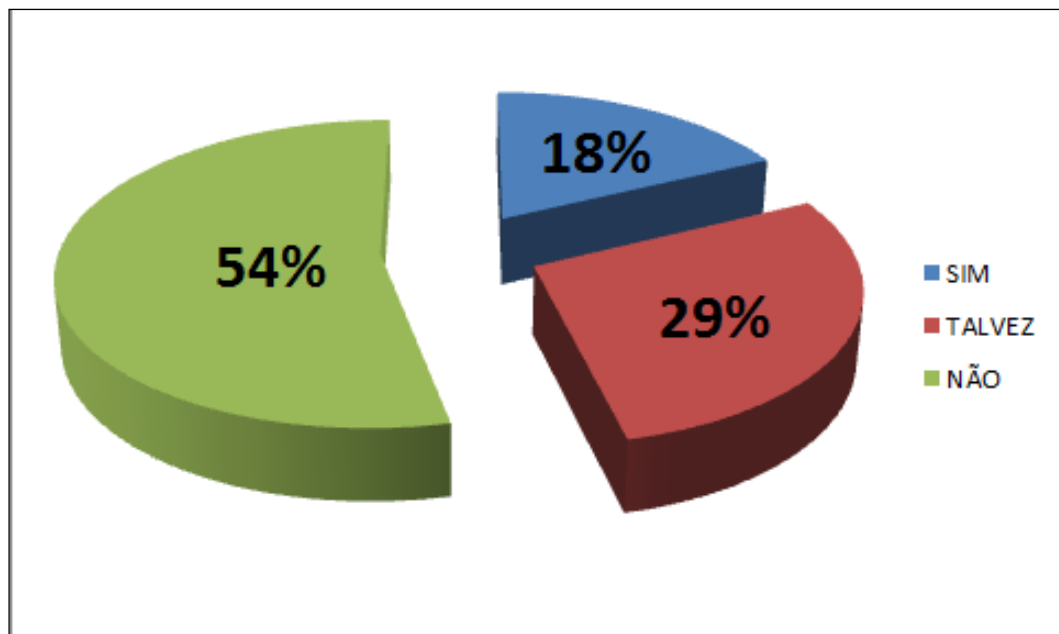
4.2. Pesquisa de campo com aplicação de questionário

Foi realizada uma pesquisa de campo em algumas empresas que utilizam a prática de radiografia industrial, e em cursos de radiologia industrial. Foi aplicado um questionário de avaliação para operadores de radiografia industrial I (Anexo II).

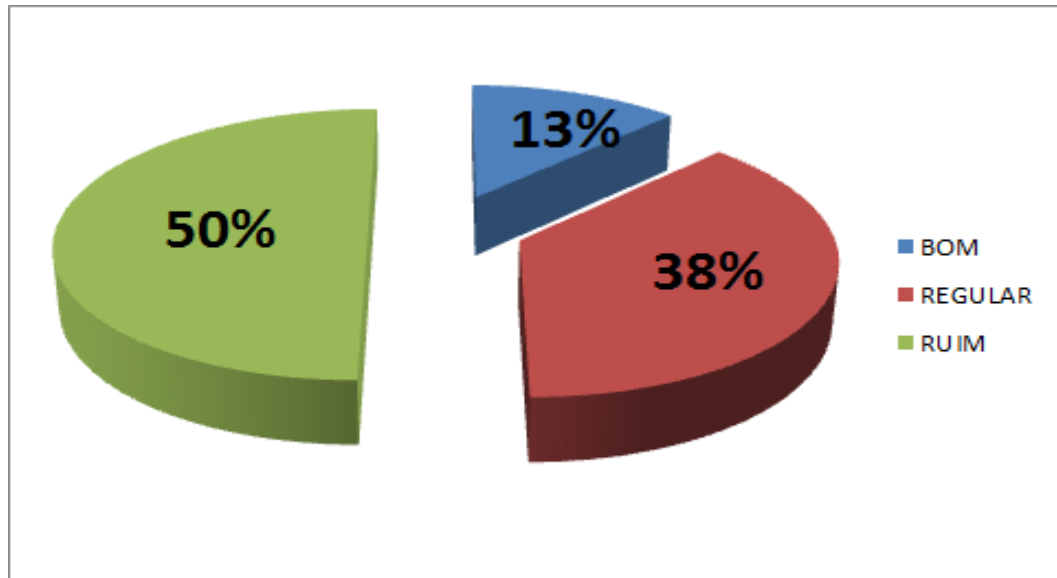
Foram entrevistados 28 voluntários, sendo eles alunos de cursos regulares e operadores de radiografia industrial que já atuam na área. Os resultados encontram-se a seguir, corroborando a necessidade de se elaborar um projeto de um curso de treinamento mais amplo, voltado também para atender as exigências da parte prática e da experiência profissional.

Perguntas:

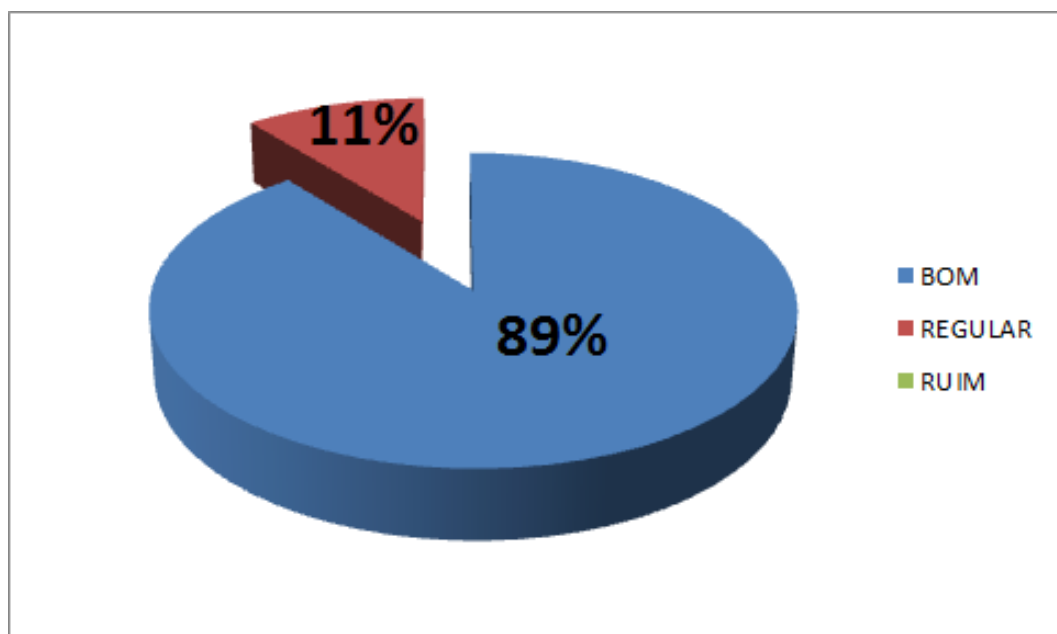
1- Ao final do curso de radiografia industrial para operador I você se sentiu completamente capacitado para exercer a profissão?



2- Com a entrada em vigor das Normas CNEN 144/13 e 145/13, como você acha que ficará a situação dos operadores de radiografia industrial que queiram ingressar no mercado de trabalho?



3- Como você acha que seria seu curso de operador de radiografia industrial se tivesse aulas práticas agregadas ao estágio, já com as 50 participações em operações como determina as novas resoluções, de forma que você terminasse o curso totalmente capacitado e com experiência para ingressar no mercado de trabalho?



4.3 Avaliação de impacto causado pelas resoluções 144/13 e 145/13

O impacto causado pela entrada em vigor dessas novas resoluções apresentou pontos positivos e negativos. Para as empresas prestadoras de serviços na prática de radiografia industrial pode ter sido positivo em termos de custos, por não serem mais obrigadas a possuir operador estagiário em suas equipes de radiografia. Assim ficariam com o custo de pessoal reduzido, já que, mesmo sendo estagiário, o operador deveria ser contratado com todos os benefícios que os demais funcionários têm. E era necessária a contratação de três IOE, a saber:

- 01 RIA (Responsável por Instalação Aberta);
- 01 Operador qualificado;
- 01 Operador estagiário.

Para os candidatos à operadores de radiografia industrial I houve pontos negativos, pois são alunos de cursos que desejam ingressar na carreira. Segundo as novas resoluções, para obter a certificação será necessário, além de um curso de 80 horas de radioproteção, a comprovação de experiência mínima de cinco meses na área de radiografia industrial, demonstrada através da contratação de dosimetria individual, e mais a participação em 50 operações de radiografia industrial com a utilização de equipamentos emissores de radiação X e gama. Desta forma, sem a obrigatoriedade do estagiário nas empresas, fica inviável o aluno participar dessas 50 operações, e tampouco comprovar experiência na prática através de dosímetro individual, tendo em vista que os cursos não oferecem esse tipo de prática.

4.4. Sugestão para diminuir o impacto causado pelas novas Resoluções 144/13 e 145/13

Observou-se as dificuldades encontradas para se obter o Registro de Operador de Radiografia Industrial I, depois que as Resoluções 144/13 e 145/13 entraram em vigor. Observou-se também que algumas empresas de radiografia industrial, de dentro e de fora do Estado do RJ, não possuem local adequado para operação tipo II (antiga Instalação Fechada) para execução das radiografias. Sugerimos então um Centro de Treinamento Intensivo, qual poderá atender as exigências impostas pela CNEN, e facilitando aos alunos o ingresso no mercado de trabalho.

4.5. Estrutura física do Centro de Treinamento Intensivo

O centro de treinamento será construído e dividido da seguinte forma:

4.5.1. Escritório da direção do curso

A direção do centro de treinamento será formada pelo Diretor Titular da Instalação e seus respectivos sócios. O Titular é o responsável por estabelecer e programar as medidas técnicas e organizacionais necessárias para garantir a segurança das fontes sob sua responsabilidade, e também pela elaboração de um Plano de Proteção Radiológica, contemplando todos os controles administrativos, treinamento, monitoração individual, controle de equipamentos, controle de fontes, controle de áreas, condução das operações, transportes, proteção física, emergência e o cumprimento das normas. São elas: Resolução CNEN 114/11 – Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica; Resolução CNEN 10/88 – Serviços de Radioproteção; Resolução CNEN 145/13 – Requisitos de Segurança e Proteção Radiológica para Serviços de Radiografia Industrial; Resolução CNEN 111/11 – Certificação e qualificação de Supervisores de Proteção Radiológica; e Resolução CNEN 144/13 – Registro de Operadores de Radiografia Industrial.

4.5.2. Serviço de Radioproteção

O Serviço de Radioproteção será constituído de Supervisores de Radioproteção (SPR) qualificados pela CNEN, Operadores de Radiografia II com registro na CNEN e especialista qualificado em proteção Radiológica e segurança de fonte pela IAEA/IRD.

4.5.3. Responsabilidades específicas do SPR

- a) Planejar e supervisionar as atividades de proteção radiológicas durante as operações de radiografias industriais;
- b) Cumprir e fazer cumprir os requisitos das Resoluções CNEN;

- c) Examinar, sob o ponto de vista da proteção radiológica, os projetos de construção e alteração das instalações de operações e armazenamento, e acompanhar a execução dos mesmos;
- d) Garantir que as instalações atendam às condições de operações e armazenamento;
- e) Elaborar e manter atualizadas as instruções de proteção radiológica e de emergência;
- f) Auxiliar na seleção das equipes de trabalho, sob o ponto de vista de proteção radiológica;
- g) Avaliar as exposições nos locais sujeitos a radiações ionizantes, em condições normais, em casos de acidentes, ou em situações de emergências, e adotar medidas de proteção necessárias;
- h) Estabelecer e implantar os procedimentos necessários ao programa do Plano de proteção radiológica;
- i) Supervisionar o recebimento e envio dos dosímetros individuais para troca, junto aos laboratórios de monitoração individual certificados pela CNEN;
- j) Verificar as condições de seguranças físicas das fontes nas instalações;
- k) Verificar a disponibilidade, para uso imediato e em quantidade suficiente, de todo o material auxiliar para proteção radiológica, incluindo aqueles a serem utilizados em situação de emergência.

O Supervisor de Radioproteção será o responsável por elaborar, implantar os seguintes itens:

- a) Plano de Radioproteção;
- b) Plano de emergência;
- c) Procedimentos operacionais e I.T. (Instrução Técnica) tais como recebimentos de fontes das empresas terceirizadas, controle de armazenamento de fontes dentro da instalação, levantamentos radiométricos das instalações de operações tipo II; levantamentos radiométricos dos equipamentos emissores de radiação gama, aferições de equipamentos de monitoração, utilização e manuseio de equipamentos de monitoração de área e individual.
- d) Controles dosimétricos dos IOE e alunos durante o módulo prático;
- e) Controle de exame médicos (ASO) dos IOE.

4.5.4. Responsabilidades específicas do Operador II

- a) Auxiliar no treinamento dos operadores de radiografia;
- b) Comprovar, por meio de monitoração, o correto balizamento da área de operação;
- c) Verificar documentação e registro disponíveis na instalação de operação, conforme descrito no Plano de Proteção Radiológica;
- d) Realizar as monitorações estabelecidas no plano de Proteção Radiológica e manter os Registros correspondentes nas instalações de operações.

4.5.5. Responsabilidades dos Operadores I e II:

- a) Delimitar e sinalizar áreas supervisionadas e controladas;
- b) Verificar as condições de funcionamento dos equipamentos emissores de radiação;
- c) Verificar os engates dos equipamentos de radiografia gama e acessórios, utilizando gabarito de testes;
- d) Verificar as condições de funcionamento dos medidores e monitores de radiação;
- e) Verificar a validade dos certificados de calibração dos medidores e monitores de radiação, e de vistoria dos equipamentos de radiografia gama;
- f) Certificar-se dos procedimentos operacionais com relação ao retorno das fontes à posição de segurança radiológica.

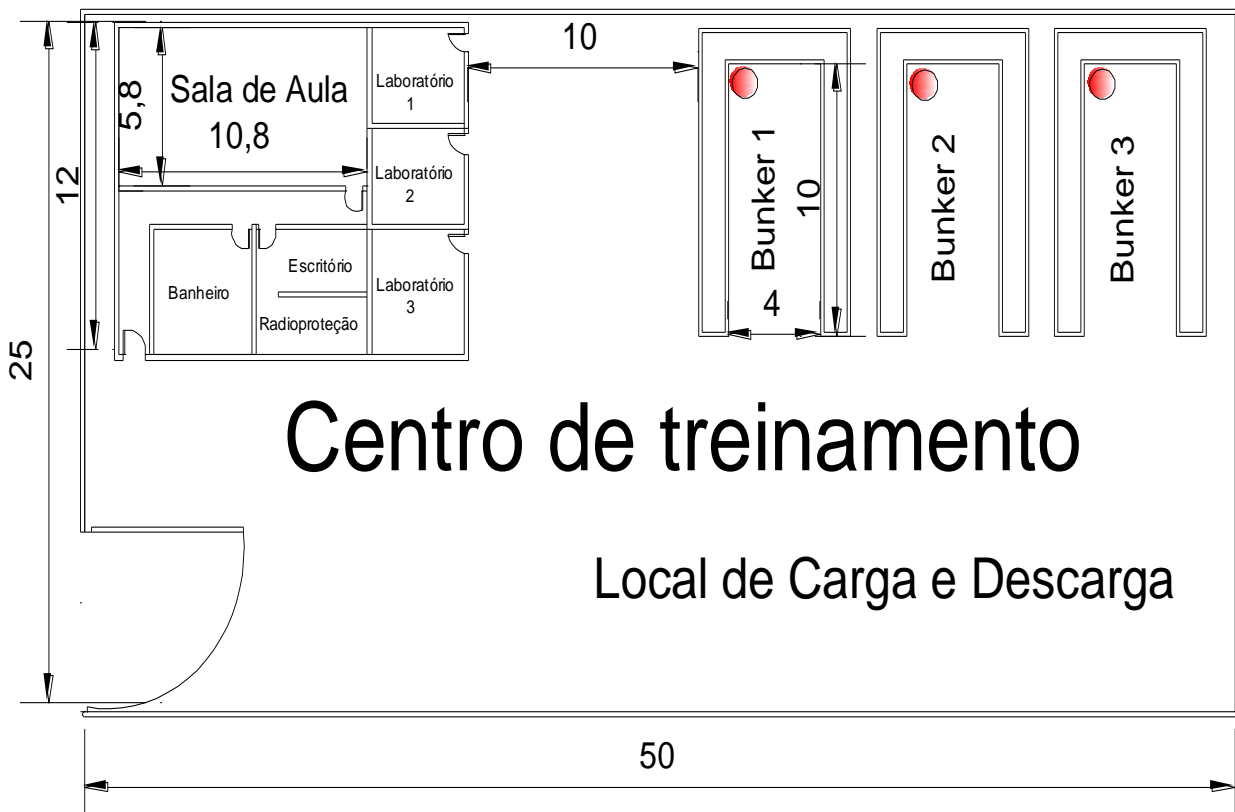
4.5.6. *Bunker*

O projeto da instalação de operação tipo II (*bunker*) inclui local de armazenamento e laboratórios radiográficos, com câmaras escura e clara.


Para a construção da instalação de operação tipo II (antiga instalação fechada), será enviado à CNEN um pedido de Licença de Construção, no qual constarão todos os itens exigidos na Resolução 112/11, para Licenciamento de uma Instalação Radiativa, incluindo o projeto de construção com todos os cálculos de blindagem pertinentes, suprimindo todos os requisitos previstos.

A instalação de operação tipo II (*bunker*) poderia ser alugada para empresas de radiografia industrial, e poderia ser utilizada para o treinamentos de alunos.

4.5.7. Croqui do local do centro de treinamento



Nota: Todas as dimensões estão em metros e são apenas ilustrativas

 Poço de Armazenamento

4.6. Plano de Estudo do curso

O plano de estudos do centro de treinamento será dividido em três módulos:

- 1º Módulo - Aulas teóricas de proteção radiológica, com 80 horas;
- 2º Módulo - Aulas teóricas de técnicas radiográficas;
- 3º Módulo - Aulas práticas de execução das radiografias e utilização da proteção radiológica em campo.

4.6.1. 1º Módulo (Curso de proteção radiológica de 80 horas)

Os alunos terão aulas teóricas sobre proteção radiológicas segundo o contendo programático previsto em norma, descrito a seguir:

- a) Fundamentos de Física atômica e Nuclear (12 h):
 - ✓ Elementos de teoria atômica e estrutura da matéria;
 - ✓ Radioatividade: lei da desintegração radioativa, atividade, meia-vida, vida-média;
 - ✓ Tipos e propriedades das radiações (alfa, beta, gama, nêutrons e X);
 - ✓ Fontes de radiações naturais e artificiais. Aparelhos geradores de radiação;
 - ✓ Interação da radiação ionizante com a matéria - Absorção da energia das radiações pela matéria e efeitos das radiações sobre a matéria;
 - ✓ Princípios de detecção e medida da radiação;

- b) Princípios de Dosimetria e Radioproteção (28 h):
 - ✓ Grandezas radiológicas: unidades e quantidades;
 - ✓ Conceito de exposição, dose absorvida, dose equivalente e fator de qualidade;
 - ✓ Limite de doses;
 - ✓ Instrumentos de medida: monitoração de área e monitoração individual;
 - ✓ Técnicas de operação, manutenção, aferição e calibração de monitores de radiação;
 - ✓ Constante específica da radiação gama e cálculo de dose da radiação gama;
 - ✓ Exercícios;
 - ✓ Lei do inverso do quadrado da distância. Exercícios;
 - ✓ Noções sobre cálculo de blindagem. Exercícios;
 - ✓ Efeitos biológicos das radiações;
 - ✓ Risco devido a efeitos estocásticos e determinísticos (não-estocásticos);
 - ✓ Aulas práticas;
 - ✓ Procedimentos para levantamentos radiométricos;
 - ✓ Principais monitores utilizados em SR.

- c) Radiografia Industrial (30 h):
 - ✓ Aparelhos geradores de raios X. Características, operação, cuidados básicos.

- ✓ Equipamentos de gamagrafia e acessórios. Características, operação, manutenção preventiva.
 - ✓ Fundamentos de radiografia (filmes radiográficos, técnicas de exposição, tempos de exposição, etc.).
 - ✓ Critérios para utilização de raios-X e gama.
 - ✓ Requisitos de identificação do irradiador e da fonte radiativa.
 - ✓ Armazenamento de irradiadores e fontes.
 - ✓ Tempo, distância e blindagem como fatores de proteção. Cálculos para delimitação de áreas.
 - ✓ Procedimentos de rotina específicos e sinalização de áreas restritas.
 - ✓ Procedimentos de rotina específicos para campo e zona urbana.
 - ✓ Prováveis situações de emergências (SE) com aparelhos de Raios-X. Prevenção dessas situações.
 - ✓ Prováveis situações de emergências (SE) com fontes radiativas. Planejamento das operações de resgate.
 - ✓ Providências a serem tomadas após a ocorrência das SE.
 - ✓ Investigação de acidentes. Relatórios; acompanhamento médico.
 - ✓ Aulas práticas:
 - ✓ Execução de radiografias (raios gama e raios X), incluindo utilização de manual e procedimentos, controle de áreas, registros de operação.
 - ✓ Simulação de acidentes mais prováveis, incluindo cálculo das doses e planejamento, operações de resgate.
- d) Manuais, procedimentos e registros (10 h);
- ✓ Uso de Normas e Resoluções específicas;
 - ✓ Plano de proteção radiológica;
 - ✓ Organização administrativa. Responsabilidades, controles do SR;
 - ✓ Regulamentação para transporte seguro de materiais radioativos;
 - ✓ Sistemas de Inspeção e Auditoria Interna;

4.6.2. 2º Módulo (Curso teórico de técnicas radiográficas)

Os alunos terão aulas teóricas sobre execução das radiografias, material utilizado e revelações, de acordo com o conteúdo programático previsto no procedimento radiográfico elaborado por Inspetor de Ensaio Radiográfico Nível III.

- ✓ Tipos de material;
- ✓ Tipos de fontes radioativas;
- ✓ Marca comercial e tipos de filmes utilizados;
- ✓ Telas intensificadoras;
- ✓ Condição requerida e método de preparação da superfície;
- ✓ Esquema indicativo do arranjo radiográfico;
- ✓ Método de marcação de posição;
- ✓ Faixa de densidade;
- ✓ Indicadores de Qualidade de Imagem – I.Q.I.;
- ✓ Técnicas radiográficas;
- ✓ Tabelas de execução;
- ✓ Esquema e sistema de identificação das radiografias;
- ✓ Dados do laboratório radiográficos;
- ✓ Processamentos dos filmes;
- ✓ Sistemáticas dos registros dos filmes;
- ✓ Formulários para registro dos resultados.

4.6.3. 3º Módulo (Aulas práticas de execução das radiografias e utilização da proteção radiológica em campo)

Será um curso de técnicas radiográficas, no qual os alunos terão aulas práticas, onde aprenderão a montar arranjos radiográficos, operar equipamento de gamagrafia, revelar filmes radiográficos, e utilizar os conhecimentos adquiridos sobre proteção radiológica para possíveis emergências, em paralelo com as execuções das radiografias.

4.6.3.1. Técnicas radiográficas e preparação dos chassis

Neste módulo os alunos aprenderão a verificar as condições dos chassis, écrans, colocação de etiquetas, e carregar os chassis com filmes radiográficos, de modo que estejam prontos para serem utilizados nas operações radiográficas.

Nota: As fotos a seguir serão aqui utilizadas para simples demonstração, sendo elas meramente ilustrativas. Foram obtidas com autorização prévia da empresa ECCEND Radiografia Industrial.



Figura I – Preparação do chassi

4.6.3.2. Montagem do arranjo radiográfico

Neste módulo os alunos aprenderão a posicionar e numerar os filmes radiográficos, montar todo aparato para a exposição da peça a ser irradiada, bem como posicionar corretamente o irradiador.



Figura II – Arranjo radiográfico



4.6.3.3. Técnicas utilizadas em gamagrafia

Os alunos aprenderão a posicionar a fonte de acordo com as técnicas radiográficas.



Figura IV – Irradiador



Figura V – Bancada de arreglo radiográfico

4.6.3.4. Revelação e manuseio de filme radiográfico

O aluno aprenderá a fazer a revelação de filmes radiográficos, e preparar o reagente químico utilizado para a aquisição da imagem na película.



Figura VI – Revelação de filme



Figura VII – Análise de filme revelado

4.6.3.5. Aferição de equipamentos

Módulo de proteção radiológica. Mostrará como fazer monitoração de área e aferição de equipamentos.



Figura VIII – Aferição de Geiger Muller



Figura IX – Aferição de GM e Bip integrador de dose



Figura X – Aferição do engate do irradiador com gabarito de teste



Figura XI – Aferição de engate do irradiador

4.6.3.6. Levantamento radiométrico



Figura XII - Levantamento radiométrico no Irradiador



Figura XIII – Levantamento radiométrico no irradiador



Figura XIV - Levantamento Radiométrico da Instalação

4.6.3.7. Veículo de transporte e sinalização



Figura XV – Veículo de transporte



Figura XVI – Sinalização do veículo de transporte

4.6.3.8. Simulação de resgate de emergência (acidente com fonte)

Módulo em que serão feitas simulações a emergências, como por exemplo, simulação de resgate de fonte radioativa, num acidente em que esta fonte se desprende do irradiador.



Figura XVII – Acidente com fonte. Placa de chumbo para diminuir radiação



Figura XVIII – Posicionando contêiner de emergência



Figura XIX – Resgate de fonte com pinça



Figura XX – Colocando fonte no contêiner



Figura XXI – Contêiner pronto para transporte

5. CONCLUSÕES

Houve grande expansão da área industrial em todo o território nacional, e observa-se grande demanda por radiografia industrial, principalmente nas áreas de petróleo e gás, e também em peças industriais, construção civil, construção naval, e em todas as atividades que envolvam soldas e ensaios não destrutivos.

O uso da gamagrafia industrial possibilita uma melhora significativa da qualidade de trabalho, sendo ferramenta no fator controle de qualidade. Contudo, observa-se a existência de um grande número de doses elevadas (acidentes) nessa área.

Porém, cada vez mais aumenta a preocupação com os riscos de acidentes com fontes radioativas, gerando assim maior cuidado com o protocolo de serviço, para possibilitar a redução do número de casos de acidentes.

Torna-se assim necessário facilitar a entrada de novos profissionais na área de radiografia industrial que sejam devidamente instruídos, bem treinados e capacitados, no intuito de atender a demanda profissional de forma segura.

Concluimos que, com a implantação do centro de treinamento proposto neste trabalho, poder-se-ia suprir as dificuldades levantadas no estudo aqui realizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NN 6.04 (Res. 145/13) - Requisitos de Segurança e Proteção Radiológica para Serviços de Radiografia Industrial. **CNEN** Rio de Janeiro. Disponível em <<http://www.cnen.gov.br/seguranca/normas/mostra-norma.asp?op=604>>. Acesso em 25 ago.2013

NN 7.02 (Res. 144/13) - Registro de Operadores de Radiografia Industrial. **CNEN** Rio de Janeiro. Disponível em <<http://www.cnen.gov.br/seguranca/normas/mostra-norma.asp?op=702>>. Acesso em 29 ago.2013

NE 3.02 - Serviços de Radioproteção. **CNEN** Rio de Janeiro. Disponível em <<http://www.cnen.gov.br/seguranca/normas/mostra-norma.asp?op=302>>. Acesso em 05 set.2013

Revisão e elaboração de normas CNEN. **CNEN** Rio de Janeiro. Disponível em <<http://www.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/revisao-elab-normas.pdf>>. Acesso em 27 jul.2013

ANEXO I

**Modelo de Requerimento para Registro em Proteção Radiológica
Operador de Radiografia Industrial I ou II**

1º Registro: _____

Renovação: _____ (nº do registro)

Dados Pessoais

Inscrição na área (Operador Radiografia I / Operador Radiografia II).

Nome:

.....

Identidade: Órgão Expedidor:

CPF/MF: Escolaridade:

Estabelecimento de Ensino:

.....

Data de Nascimento:.././..... Sexo: Estado Civil:

Nacionalidade:

.....

Endereço

Logradouro:

.....

Número: Complemento CEP:

Bairro: Cidade: UF:

DDD: Telefone: FAX:

E-mail:

.....

Solicito inscrição no processo de Registro de operador de radiografia industrial para

Operador Radiografia I

Operador Radiografia II

Declaro ter ciência e submeter-me às Resoluções e demais requisitos da Comissão Nacional de Energia Nuclear.

_____, _____ de _____ de 20__
(local) (data)

(assinatura do candidato)