



DECN

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
E CIÊNCIAS NUCLEARES

TÉCNICO LISBOA

CAUTION

**SAFETY CULTURE
IN
ACTION**

Cultura de Segurança e Programa de Protecção Radiológica

Augusto Oliveira

adoliv@ctn.tecnico.ulisboa.pt

2015

Sumário



Sumário

- Conceitos de protecção radiológica
- O quadro conceptual e o sistema de protecção radiológica
- Objectivo da protecção radiológica
- Princípios da protecção radiológica
- Infra-estruturas de protecção radiológica
- Cultura de segurança
- O programa de protecção radiológica



DECN

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
E CIÊNCIAS NUCLEARES

TÉCNICO LISBOA



Conceitos de protecção radiológica

Categorias de exposição

- Exposição ocupacional: trabalhadores expostos
- Exposição do público: membros do público
- Exposição médica: pacientes
- População em geral.

Trabalhadores expostos

Aqueles trabalhadores que, pelas circunstâncias em que se desenvolve o seu trabalho, quer de forma habitual, quer de forma ocasional, estão submetidos a um risco de exposição a radiações ionizantes susceptível de conduzir a doses anuais superiores a um décimo dos limites da dose anual fixados para os trabalhadores.

Membros do público

As pessoas da população isoladamente, com exclusão dos trabalhadores expostos, dos aprendizes, dos estudantes e dos estagiários durante o seu horário normal de trabalho.

População em geral

A colectividade formada pelos trabalhadores expostos, pelos aprendizes, estudantes e estagiários durante o seu horário normal de trabalho e pelos membros do público.

Classificação de trabalhadores expostos

- **Categoria A**
- **Categoria B**

Categoria A

As que são susceptíveis de receberem uma dose superior a 3 décimos de um dos limites da dose anual.

(6 mSv para o limite de exposição de corpo inteiro 20 mSv)

Categoria B

As que não são susceptíveis de receberem doses superiores a três décimos de um dos limites da dose anual.

Menores de 18 anos

Não devem exercer actividades que as possam tornar pessoas profissionalmente expostas,

à excepção de pessoas com idades entre 16 e 18 anos por motivos excepcionais de estudo ou aprendizagem .

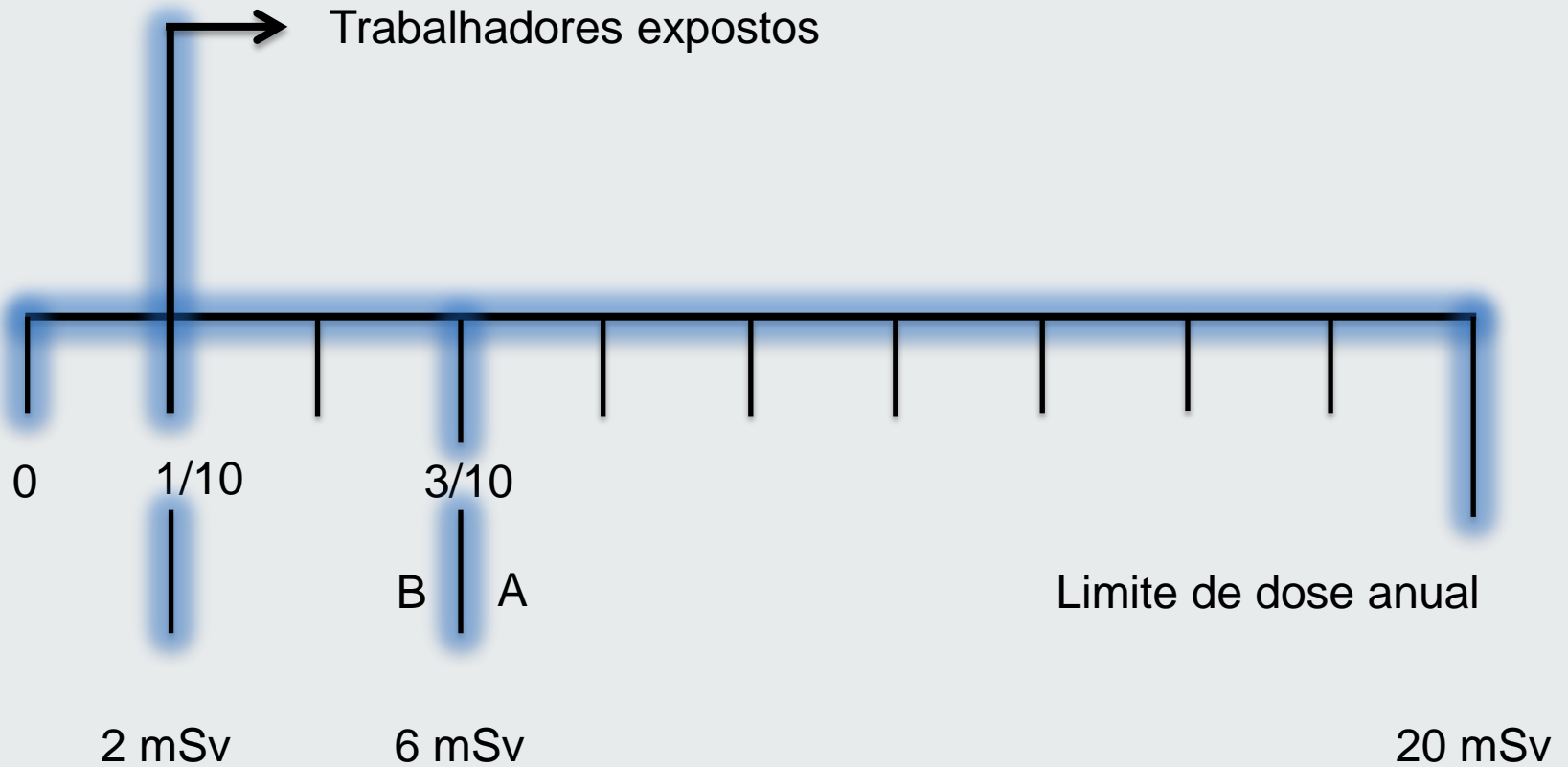
Mulheres grávidas

O trabalho de mulheres grávidas ou em período de lactação não pode implicar a possibilidade de contaminação radioactiva.

Mulheres grávidas

As mulheres em idade de gestação não podem realizar trabalhos que impliquem exposição externa a doses superiores a limites fixados.

(tendencialmente o feto é considerado membro do público).



Para efeitos de vigilância e controlo, deverão considerar-se os seguintes tipos de locais ou zonas de trabalho nos quais os trabalhadores poderão ser expostos a radiações:

Classificação de zonas de trabalho

Zonas controladas – As zonas em que, por virtude das condições de trabalho existentes, seja provável que a exposição a que os trabalhadores estão sujeitos durante um ano possa ultrapassar três décimos dos limites de dose.

Classificação de zonas de trabalho

Zonas vigiadas – as zonas em que, por virtude das condições de trabalho existentes, seja provável que a exposição a que os trabalhadores estão sujeitos durante um ano possa ultrapassar um décimo dos limites de dose e improvável que possa ultrapassar três décimos desse limite.



Tanto as zonas controladas como as vigiadas devem estar convenientemente assinaladas de modo a que a sinalização seja bem visível a quem entra nessas zonas.



DECN

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
E CIÊNCIAS NUCLEARES

TÉCNICO LISBOA



O quadro conceptual e o sistema de protecção radiológica

Prática

ICRP-103:
Situação de exposição planeada

- Qualquer actividade humana que introduz novos meios de exposição da população, quer através de fontes radioactivas quer através de outros meios dos quais resultem aumento de exposição da população ou do número de pessoas expostas.
- Numa prática existe um aumento de dose e as fontes de exposição estão sob controlo.

Intervenção

ICRP-103:

Situação de exposição de emergência

- Quando as fontes de radiação não estão controladas torna-se necessária uma *intervenção*.
- Qualquer acção que tem como objectivo reduzir ou evitar exposições ou a possibilidade de exposições que não resultam de um prática controlada ou que estão fora de controlo devido a um acidente.
- O objectivo de uma intervenção é a redução da dose numa situação em que as fontes estão fora de controlo.

ICRP-103: Situação de exposição existente

Situação de exposição que já existe quando é tomada uma decisão de controlo da situação.

Fonte

É algo que pode causar exposição através da emissão de radiações ionizantes ou a libertação de substâncias radioactivas.

Efeitos biológicos

- Efeitos determinísticos. Acima de limiar de dose.
 - ICRP-103: reacções teciduais
- Efeitos estocásticos. Sem limiar de dose.
 - Cancro, “não-cancro” (coração?), hereditários

Efeitos biológicos

Apenas acidentes onde há a possibilidade de exposição a altas doses podem causar efeitos determinísticos.



DECN

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
E CIÊNCIAS NUCLEARES

TÉCNICO LISBOA



Objectivo da protecção radiológica

Objectivo da protecção radiológica

Providenciar um padrão apropriado de protecção e segurança para o ser humano sem limitar exageradamente os benefícios de práticas que originem exposições que podem incorrer em custos elevados com intervenções.

Objectivo da protecção

Prevenir a ocorrência de efeitos determinísticos mantendo as doses abaixo de limites relevantes e assegurando que foram tomados todos os passos razoáveis para reduzir a ocorrência de efeitos estocásticos na população, no presente e no futuro.

Objectivo da segurança

Proteger os indivíduos, a sociedade e o ambiente de danos, estabelecendo e mantendo defesas efectivas contra os danos radiológicos devido a fontes.



DECN

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
E CIÊNCIAS NUCLEARES

TÉCNICO LISBOA



Princípios da protecção radiológica

Princípios para práticas

1. Justificação das práticas.
2. Limites de dose.
3. Optimização.
4. Segurança de fontes.

Justificação de uma prática.

Não se pode adoptar nenhuma prática a não ser que o benefício para o indivíduo ou a sociedade seja superior ao detrimento que pode causar.

Limitação de doses.

Mesmo para práticas justificadas são requeridas restrições às doses a que os indivíduos podem estar sujeitos de modo a garantir que nenhuma pessoa está sujeita a riscos inaceitáveis. Os limites de dose não são aplicáveis aos pacientes em medicina.

Limites de dose recomendados (ICRP-60)¹.

| | Limite de dose | |
|---------------------|--|----------------------------|
| | Ocupacional | Publico |
| Dose efectiva | 20 mSv por ano, em média definida num período de 5 anos ² | 1 mSv por ano ³ |
| Equivalente de dose | | |
| Cristalino do olho | 150 mSv 20 mSv | 15 mSv |
| Pele | 500 mSv | 50 mSv |
| Mãos e pés | 500 mSv | |

¹ Os limites aplicam-se à soma de todas as doses de exposição externa no período referido e à dose comprometida em 50 anos (70 anos no caso de crianças) para incorporações de radionuclidos no mesmo período.

² Desde que a dose efectiva não exceda 50 mSv num único ano.

³ Em circunstâncias especiais é permitido um valor superior num ano, desde que a média em 5 anos não exceda 1 mSv.

Optimização da protecção.

- Em relação às exposições de qualquer fonte particular devido a uma prática, excepto exposições médicas, a protecção e segurança deve ser optimizada de modo a que os valores das doses individuais, o número de pessoas expostas e a possibilidade de exposições, sejam todos tão baixo quanto possível, tendo em atenção factores económicos e sociais, com a condição de que as doses individuais devido à fonte estejam submetidas a restrições de dose (“dose constraints”).
- Este princípio é por vezes referido como o princípio ALARA (“As Low As Reasonable Achievable”).

Restrição de dose

- É o valor de dose individual que não deve ser excedido na distribuição de dose individual considerado no processo de otimização.
- Refere-se a uma fonte, prática ou tarefa na qual se aplica o processo de otimização.
- Como valor superior de dose individual é utilizado para restringir a desigualdade da distribuição de benefícios e detrimientos entre a população podendo resultar do julgamento de factores económicos e sociais.
- Não são limites.
- Para a exposição ocupacional são aplicadas restrições à dose de um trabalhador devido a uma tarefa específica ou operação.
- Para exposição do público podem ser aplicados a um grupo crítico.

Segurança de fontes

- Devem ser tomadas medidas para reduzir a probabilidade de situações ou acontecimentos anormais que podem levar a exposições não pretendidas e à mitigação de consequências dessas situações que mesmo assim aconteçam.
- A operação e utilização de fontes deve ter por base procedimentos e condições de segurança da fonte e a optimização da protecção radiológica tendo em conta as lições obtidas na experiência operacional.



DECN

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
E CIÊNCIAS NUCLEARES

TÉCNICO LISBOA



Infra-estruturas de Protecção e Segurança Radiológica

Infra-estruturas essenciais

- Legislação e regulamentação,
- Autoridade reguladora que autorize e inspeccione as actividades reguladas, obrigando ao cumprimento da legislação e regulamentação,
- Recursos adequados,
- Pessoal com formação em número adequado.

Os governos devem dotar a autoridade reguladora de poderes e recursos suficientes para uma efectiva regulação a qual deve ser independente de entidades governamentais responsáveis pela promoção e desenvolvimento de práticas regulamentadas.



DECN

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
E CIÊNCIAS NUCLEARES

TÉCNICO LISBOA



Cultura de segurança

Cultura de segurança

Implementação de características e atitudes ao nível das organizações e dos indivíduos que estabelecem prioridade à protecção e segurança de acordo com a sua importância.



Cultura de segurança

Linhas básicas

- Devem ser estabelecidas políticas e procedimentos que atribuem à protecção e segurança alta prioridade.
- Os problemas que afectam a protecção radiológica devem ser prontamente identificados e corrigidos de acordo com a sua importância.
- As responsabilidades de cada indivíduo incluindo o nível da administração, em relação à protecção e segurança devem ser claramente identificados e cada indivíduo deve receber treino e qualificação.
- Devem ser definidas linhas claras de autoridade em protecção radiológica.
- Devem existir linhas de comunicação entre os vários níveis da organização em protecção radiológica.

Requisitos para práticas

- Administrativos.
 - Autorização: registos e licenças.
- Protecção e segurança.
 - Justificação.
 - Limitação de dose.
 - Optimização da protecção.
 - Restrições de dose.
- Gestão.
- Cultura de segurança.
- Controlo de qualidade.
 - Mecanismos de controlo de qualidade e procedimentos para revisão e avalia. das medidas de protecção e segurança.
- Factor humano.
 - Reduzir as possibilidades de acidente devido a erro humano:
- Treino e formação.
- Princípios ergonómicos.
- Equipamento e sistemas de segurança adequados.
- Peritos qualificados.
- Técnicos.
- Segurança de fontes.
- Defesa aprofundada (“Defense in depth”).
 - Prevenção de acidentes.
 - Mitigação de consequências de acidentes.
 - Restaurar as condições de segurança em caso de acidente.
- Boas práticas de engenharia; localização, planeamento, construção, montagem, operação, manutenção e desmantelamento de fontes.
 - Ter em conta códigos e padrões apropriados.
 - Ter boa gestão e organização em relação à protecção e segurança durante a vida das fontes.
 - Incluir significativa margem de segurança no planeamento e construção de fontes assim como para operações envolvendo fontes, tal como garantir uma operação normal com confiança utilizando redundância, por exemplo, com ênfase em prevenir acidentes.
 - Acompanhar e ter em conta desenvolvimentos de critérios técnicos resultantes de investigações relevantes em protecção e segurança assim como aproveitar as lições da experiência.
- Gestão de resíduos radioactivos.



DECN

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
E CIÊNCIAS NUCLEARES

TÉCNICO LISBOA



O programa de protecção radiológica

No planeamento de uma instalação radiológica uma das principais preocupações é a **prevenção de danos ou doenças provocadas nos funcionários**, isto é, prevenção de efeitos somáticos. No entanto, tendo sucesso nesta prevenção, automaticamente estamos a diminuir a possibilidade de danos genéticos

Parâmetros

- Distância
- Tempo
- Barreiras
 - W: carga de trabalho (“workload”) semanal
 - U: factor de uso
 - T: factor de ocupação

BSS

Radiation Protection and Safety of
Radiation Sources: International
Basic Safety Standards, General
Safety Requirements Part 3, N^o GSR
Part 3, IAEA, Vienna 2014

Resumo

- Autorização da prática radiológica.
- Responsabilidades da entidade licenciada.
- Requisitos.
- Programa de protecção radiológica.
- Deveres e responsabilidades
- Formação
- Avaliação de segurança
- Auditoria e garantia de qualidade.

Autorização de práticas

Autorização na forma de uma licença pela autoridade reguladora:

- Importação, compra, venda, contratar, fabricar, reparar, ... equipamento produtor de radiação e fontes seladas...
- Transporte, armazenamento, ...
- Construção de instalações,
- Desmantelamento de instalações,
- Resíduos, ...

Responsabilidade da entidade licenciada

- Preparar e implementar um programa de protecção radiológica que inclui o estabelecimento de políticas, procedimentos e regras para a manutenção da segurança e utilização de fontes radioactivas e a protecção dos trabalhadores e outras pessoas.

Responsabilidade da entidade licenciada

- Indicar um ou mais funcionários da protecção radiológica para supervisionar a implementação do programa de protecção radiológica e providenciar que estes funcionários tenham a autoridade e recursos adequados..

Responsabilidade da entidade licenciada

- Consultar e indicar peritos qualificados se necessário.

Responsabilidade da entidade licenciada

- Efectuar a avaliação de segurança da instalação de acordo com as normas, incluindo regulamentos nacionais.

Responsabilidade da entidade licenciada

- Fornecer aos trabalhadores dosimetria individual e vigilância médica apropriada..

Responsabilidade da entidade licenciada

- Assegurar-se que todo o equipamento utilizado na manipulação de fontes ou radionuclídeos é apropriado para os fins utilizados e tem a adequada manutenção.

Responsabilidade da entidade licenciada

- Assegurar e manter a informação adequada da monitorização do local de trabalho.

Responsabilidade da entidade licenciada

- Manter planos de emergência para os acidentes e incidentes previsíveis.

Responsabilidade da entidade licenciada

- Tomar medidas para o abandono ou devolução ao fornecedor de fontes radioactivas que deixem de ser necessárias.

Responsabilidade da entidade licenciada

- Notificar a autoridade reguladora de acordo com os regulamentos nacionais.

Responsabilidade da entidade licenciada

- Verificar que os fornecedores de serviços relacionados com a protecção radiológica (por exemplo serviços de dosimetria individual) estão autorizados pela autoridade reguladora.

Requisitos para a protecção radiológica

O licenciado deve

estabelecer controlos físicos e procedimentos administrativos para prevenção de danos, roubo, perda ou remoção não autorizada de fontes de radiação.

Deve

impedir a entrada de pessoas não autorizadas em instalações incluindo armazenamento de fontes de radiação.

Requisitos para a protecção radiológica

- Restrições de dose.
- Como elemento de optimização, o licenciado deve, sempre que apropriado, desenvolver restrições de dose com base na prática da utilização das fontes de que é responsável.

Requisitos para a protecção radiológica

- Restrições de dose.
- As restrições de dose devem ser utilizadas numa perspectiva de prevenção quando se planeiam instalações ou programas de trabalho.

Requisitos para a protecção radiológica

- Restrições de dose.
- As restrições de dose não são limites de dose e não constituem níveis de investigação retrospectiva. A escolha das restrições de dose devem ter em atenção os requisitos dos regulamentos nacionais e devem ser discutidos com peritos qualificados.

Programa de Protecção Radiológica (PPR)

Qualquer entidade que efectue uma prática radiológica deve adoptar uma cultura de segurança (BSS). Esta deve incluir o estabelecimento e manutenção de programa operacional de protecção radiológica.

O programa de protecção representa a totalidade das acções a tomar para atingir os objectivos pretendidos.

Inclui documentação da política e procedimentos mas requer também um compromisso para com a cultura de segurança tanto da parte da gestão como dos funcionários da entidade.

Inclui os requisitos para a garantia de qualidade das operações, incluindo o teste do equipamento e instalações, inspecções das operações (incluindo recomendações e cumprindo as acções de correcção) e a revisão periódica de todo o programa assim como dos seus vários aspectos.

Programa de Protecção Radiológica (PPR)

- Nos slides seguintes exemplifica-se a estrutura e títulos do programa.
- A simples declaração de política não é por si só suficiente. Tanto a entidade assim como os indivíduos gestores e funcionários devem, no seu trabalho normal, demonstrar o seu compromisso para com o programa e seus objectivos.
- Como parte do programa a entidade licenciada deve providenciar a existência de recursos humanos e materiais de modo a garantir a realização do trabalho de modo seguro e de acordo com as condições do licenciamento.

Objectivo do Programa de Protecção Radiológica (PPR)

A entidade compromete-se a realizar o trabalho de um modo seguro, minimizando o risco do seus próprios trabalhadores assim como de todas as outras pessoas que possam estar em risco devido ao trabalho em curso.

Objectivo do Programa de Protecção Radiológica (PPR)

Em relação ao trabalho com fontes radioactivas a entidade tomará as medidas necessárias para que a exposição dos seus trabalhadores e de outras pessoas seja tão baixa quanto razoavelmente possível e abaixo dos limites de dose estabelecidos pelos regulamentos nacionais.

Objectivo do Programa de Protecção Radiológica (PPR)

Em particular a entidade tomará providências de modo a garantir a segurança física das fontes de radiação de modo a minimizar o risco de pessoas não relacionadas com o trabalho.

Objectivo do Programa de Protecção Radiológica (PPR)

A entidade tomará as medidas necessárias para cumprir os regulamentos nacionais assim como os regulamentos locais e assegurará que se efectuarão todos os testes, inspecções e registos de modo a permitir a demonstração do cumprimento desses regulamentos.

Responsável pela Protecção Radiológica (RPR)

- Supervisão do trabalho com o empenhamento necessário de modo a garantir o cumprimento de regras locais assim como das condições dos licenciamento.
- Participação na formação.
- Assegurar-se que apenas operadores com formação adequada realizam a prática radiológica incluindo procedimentos de emergência.
- Planear e rever procedimentos administrativos que definam os meios de cumprimento com os regulamentos.

Responsável pela Protecção Radiológica (RPR)

- Planear e rever procedimentos operacionais incluindo regras locais de modo a garantir que as exposições são tão baixas quanto razoavelmente possível.
- Assegurar-se que existem manuais de procedimentos e do equipamento e que são devidamente compreendidos pelos operadores (com tradução sempre que necessário).
- Preparar a avaliação de danos e planear planos de emergência.
- Manutenção de controlos de engenharia e outros equipamentos destinados à protecção de pessoas contra os perigos da radiação ionizante.

Responsável pela Protecção Radiológica (RPR)

- Identificação das áreas controladas e estabelecimentos das salvaguardas necessárias para o controlo do acesso dessas áreas.
- Organizar e supervisionar a utilização de dosímetros individuais e assegurar-se que os registos de dose são mantidos.
- Assegurar-se que existe uma monitorização adequada dos locais de trabalho de modo a prevenir exposições desnecessárias e a demonstrar o cumprimento dos regulamentos nacionais e condições do licenciamento.
- Investigação de acidentes, incluindo exposições anormalmente altas em trabalhos de rotina, propondo e implementando acções de remediação e medidas de prevenção de acidentes.

Responsável pela Protecção Radiológica (RPR)

- Determinação de requisitos adicionais para protecção de qualquer mulher funcionária, envolvida no trabalho com radiações ionizantes que está ou possa estar grávida.
- Examinação prévia (do ponto de vista da protecção radiológica) de quaisquer planos para novas instalações fixas de radiografia ou alteração de instalações existentes.
- Manutenção de inventário do material radioactivo (registo de fontes).
- Realizar auditorias periódicas dos aspectos de segurança radiológica do trabalho com fontes de radiação.
- Identificação de situações em que deve ser consultado um perito qualificado.

Operador

- Ter a noção dos riscos associados com a actividade e tomar todas as medidas necessárias para se proteger a si e aos outros.
- Supervisionar qualquer assistente que trabalhe com ele.
- Realizar apenas o trabalho para que recebeu formação e treino e procurar a assistência do RPR se estiver inseguro acerca da segurança de qualquer trabalho.
- Compreender os procedimentos ou outro equipamento auxiliar (incluindo equipamento de segurança) que esteja a utilizar. Utilizar o equipamento correctamente.

Operador

- Seguir, sem exceção, os procedimentos escritos e as regras locais fornecidas.
- Utilizar sempre o(s) seu(s) dosímetro(s) pessoal(ais) quando manipular ou utilizar o equipamento produtor de radiação.
- Assegurar-se que tem todo o equipamento necessário para cada manipulação (incluindo o equipamento de emergência).
- Não realizar qualquer trabalho com fontes de radiação se algum equipamento essencial tem defeitos ou não teve a adequada manutenção de acordo com os procedimentos estabelecidos.

Operador

- Relatar todo e qualquer defeito com o equipamento ao RPR.
- Actuar prontamente e correctamente no caso de uma emergência, de acordo com o plano de emergência.

Assistente do operador

- Trabalhar apenas com a supervisão pessoal de um operador da instalação autorizado.
- Ter a noção dos riscos associados com a prática radiológica e tomar todas as medidas necessárias para se proteger a si e aos outros.
- Realizar apenas o trabalho para que recebeu formação e treino e procurar a assistência do operador da prática radiológica se tiver dúvidas acerca da segurança de qualquer trabalho.
- Compreender os procedimentos e equipamento auxiliar (incluindo equipamento de segurança) que esteja a utilizar. Utilizar o equipamento correctamente.

Assistente do operador

- Seguir, sem exceção, os procedimentos escritos e as regras locais fornecidas.
- Utilizar sempre o(s) seu(s) dosímetro(s) pessoal(ais) quando manipular ou utilizar o equipamento produtor de radiação.
- Não realizar qualquer trabalho com fontes de radiação se algum equipamento essencial tem defeitos.
- Relatar todo e qualquer defeito com o equipamento ao operador da instalação.
- Informar o operador da instalação imediatamente, no caso de uma emergência, e dar-lhe a devida assistência nessa situação mas seguindo sempre as suas instruções.

Peritos qualificados

As entidades licenciadas devem assegurar-se de que o(s) perito(s) qualificado(s) que consultam devem ser devidamente qualificados nos aspectos da prática radiológica (por exemplo, pela experiência no sector ou formação adquirida) ou que estão devidamente autorizados (ou reconhecidos) a exercer a actividade pela autoridade reguladora.

Peritos qualificados

Sempre que a entidade licenciada consulte um perito qualificado, deve designá-lo por escrito e os termos dessa designação devem definir o objectivo da consultadoria ou serviços que o perito desempenhará. Devem permitir o acesso do perito às instalações e ao trabalho a efectuar.

Peritos qualificados

O perito deverá ter acesso a todas as pessoas de todos os níveis da organização da entidade licenciada, incluindo a administração e o RPR.

Peritos qualificados

- O dever do perito qualificado é fornecer aconselhamento sobre a protecção radiológica assim como os requisitos sobre a regulamentação.
- O perito deve certificar-se que os seus conselhos têm por base princípios de protecção aceites e apropriados para as necessidades da entidade.
- Os conselhos devem ser consistentes com os regulamentos nacionais de forma clara e sempre que possível devem ser fornecidos em forma de relatório escrito ou outras formas de comunicação.

Formação

- Deve fornecer os conhecimentos genéricos de base.
- Formação específica nas técnicas utilizadas na instalação (utilização de raios-X, manipulação de fontes radioactivas, etc.).
- Formação especializada em protecção radiológica para RPR e operadores da instalação.
- Treino no local de trabalho acerca dos requisitos e técnicas em protecção radiológica incluindo procedimentos de emergência.

Avaliação de Segurança

- Sempre que seja solicitada uma nova licença ou quando existe modificação de uma licença existente.
- Durante o planeamento da instalação, antes da construção.
- Antes de qualquer procedimento ter início na instalação.
- Sempre que existir alterações significativas nas práticas ou na instalação.

Auditoria

A entidade licenciada deverá organizar avaliações de segurança suplementares (também designadas inspecções ou auditorias internas) com uma frequência regular, durante as operações normais de modo a garantir que o programa de protecção radiológica está a ser implementado correctamente.

Garantia de Qualidade

A aplicação com sucesso de um programa de protecção radiológica representa a aplicação dos princípios gerais da garantia de qualidade aos aspectos de segurança radiológica.

