INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES

Autarquia Associada à Universidade de São Paulo

**EVOLUÇÃO DA FILOSOFIA DO SISTEMA DE LIMITAÇÃO DE DOSE E A QUESTÃO
DAS SUBSTITUIÇÕES "SUPERSEDED"**

Felipe Ramos Correa

**Dissertação apresentada como parte dos
requisitos para obtenção de Grau de
Mestre em Ciências na Área
de Tecnologia Nuclear – Aplicações**

Orientador:

Prof. Dr. Gian-Maria A. A. Sordi

Versão Original

Versão original disponível no IPEN

São Paulo

2016

EVOLUÇÃO DA FILOSOFIA DO SISTEMA DE LIMITAÇÃO DE DOSE E A QUESTÃO DAS SUBSTITUIÇÕES NAS PUBLICAÇÕES ‘SUPERSEDED’

Felipe Ramos Corrêa

Resumo

Em 1958 a Comissão Internacional de Proteção Radiológica (CIPR) propôs a primeira filosofia do sistema de limitação de dose, introduzindo os Limites Anuais Máximos Permissíveis (LAMP). O grande avanço da era nuclear nas últimas décadas impôs novos paradigmas e a necessidade de atualização da filosofia em questão. O presente trabalho tem por objetivo apresentar uma análise da evolução da filosofia do sistema de limitação de dose, desde a década de 50 até os dias atuais. A primeira mudança de paradigma se deu com a criação dos Limites Anuais Máximos Admissíveis (LAMA), ainda vigentes. Por meio de um cuidadoso estudo das publicações do Organismo Internacional de Energia Atômica (OIEA) e das recomendações da CIPR, foi possível evidenciar e detalhar o processo de evolução dos LAMA ao longo das últimas décadas. A pesquisa aborda momentos-chaves que impulsionaram mudanças na filosofia do sistema de limitações de dose como, por exemplo, a crise internacional do petróleo e suas implicações no desenvolvimento da área nuclear. A comparação entre as diversas publicações das duas entidades (OIEA e CIPR) permitiu um estudo aprofundado desde o surgimento dessas filosofias até suas últimas publicações. Os resultados deste estudo apontam importantes informações que constam em publicações da CIPR, hoje consideradas “superseded”, que não são encontradas nas publicações atuais. O OIEA, que elabora suas recomendações baseado na filosofia da CIPR, também não aborda as referidas informações. Por meio da presente pesquisa, foi possível evidenciar e detalhar valiosas informações que se perderam durante o processo de atualização das publicações e edição de recomendações de ambas as entidades. Este trabalho se propõe a apresentar essas informações, que foram estudadas em profundidade, discutindo seu real valor, propondo à comunidade internacional novas reflexões sobre a importância e a possibilidade de reintroduzir as informações perdidas em futuras publicações.

PHILOSOPHY EVOLUTION OF THE DOSE LIMITATION SYSTEM AND THE ISSUE OF REPLACEMENTS IN THE 'SUPERSEDED' PUBLICATIONS

Felipe Ramos Corrêa

Abstract

In 1958 the International Commission on Radiological Protection (ICRP) first proposed the philosophy of the dose limitation system by introducing the Permissible Maximum Annual Limits (PMAL). The breakthrough of the nuclear age in recent decades has imposed new paradigms and the need to update the philosophy in question. This work aims to present an analysis about the philosophy evolution of the dose limitation system, from the 50's to the present day. The first paradigm shift occurred with the creation of Allowable Maximum Annual Limits (AMAL), still in force. Through a careful study of the International Atomic Energy Agency (IAEA) publications and the ICRP recommendations, it was possible to highlight and detail the process of evolution of AMAL over the past decades. The research addresses key moments that have driven change in the philosophy of the dose limitation system, for example, the international oil crisis and its implications in the development of nuclear area. The comparison of the various publications of the two entities (IAEA and ICRP) allowed a thorough study since the emergence of these philosophies to their latest publications. The results of this study indicate important information contained in ICRP publications, now considered "superseded", which are not found in current publications. The IAEA, which prepares its recommendations based on the philosophy of the ICRP, also does not address such information. Through this research, it was possible clear and detail valuable information that was lost during the process of updating publications and editing recommendations of both entities. This study aims to present this information, which were studied in depth, discussing their real value, proposing to the new international community reflections on the importance and the possibility of reintroducing the lost information in future publications.

Agradecimentos

Agradeço ao Dr. Gian-Maria A. A. Sordi pelo incentivo, paciência e sabedoria dispensada durante todo este processo de mestrado.

Agradeço a Dra. Denise Levy pelo incentivo e animo durante as fases difíceis percorridas durante o caminho.

Aos doutores Demerval Leônidas Rodrigues e Linda Viola Caldas pelo apoio e preocupação com o desenvolvimento do trabalho.

Ao meu amigo Julian Osuna por me ceder seu tempo ajudando a compreensão dos textos analisados.

Agradeço pela incansável dedicação e amor em cada papel que cada um desempenhou na minha vida pessoal e profissional.

Índice de Tabelas

Tabela 1- Diferenças encontradas entre os artigos da Comissão Internacional de Proteção Radiológica (CIPR).....	38
Tabela 2 - Limites de dose recomendados para situações de exposição planejadas pela CIPR	118
Tabela 3 - Limites de dose recomendados para situações de exposição planejadas pelo OIEA	121

Índice de Figuras

Figura 1 - Uso do nível de referência numa situação de exposição existente e a evolução da distribuição de doses individuais com o transcorrer do tempo como resultado do processo de otimização	115
--	-----

Sumário

1.	INTRODUÇÃO.....	11
2.	OBJETIVOS	14
3.	METODOLOGIA.....	15
4.	GRANDEZAS FISICAS.....	16
5.	COMPARAÇÃO ENTRE AS PUBLICAÇÕES da CIPR DE NÚMERO 1 CONTRA A DE NÚMERO 9	19
5.1	Princípios Básicos.....	19
5.1.1.	Objetivo da Radioproteção	20
5.1.1.1	Discussão dos Resultados.....	20
5.1.1.2.	Conclusão	21
5.1.2	Órgãos e tecidos Críticos.....	21
5.1.2.1	Discussão dos Resultados.....	21
5.1.2.2	Conclusão	22
5.1.3	Categorias de Exposição	22
5.1.3.1	Discussão dos Resultados.....	23
5.1.3.2	Conclusão	25
5.1.4	Fontes de exposição Controláveis e incontroláveis	26
A)	Controláveis	26
5.1.4.1	Discussão dos Resultados.....	26
5.1.4.2	Conclusão	27
B)	Incontroláveis.....	27
5.1.4.3	Discussão dos Resultados.....	27
5.1.4.4	Conclusão	27
5.2.	Limitação da Dose.....	27
5.2.1	Trabalhadores.....	28

5.2.1.1	Discussão dos Resultados.....	29
5.2.1.2	Conclusões.....	30
5.2.2	Indivíduo do Público	30
5.2.2.1	Discussão dos Resultados.....	31
5.2.2.2	Conclusões.....	32
5.2.3	População	32
5.2.3.1	Discussão dos Resultados.....	33
5.2.3.2	Conclusões.....	34
5.3	Princípios Gerais para Radioproteção Operacional.....	34
5.3.1	Discussão dos Resultados	35
5.3.2	Conclusões.....	36
5.4	Níveis de Ação para Exposição a Fontes Incontroláveis	36
5.4.1	Discussão dos Resultados	37
5.4.2	Conclusões.....	38
5.5	Comparação entre o número de artigos de cada capítulo das publicações 1 da CIPR e 9 da CIPR	38
5.5.1	Discussão	38
5.5.2	Conclusões.....	39
6.	COMPARAÇÃO ENTRE CIPR NÚMERO 9 CONTRA OIEA NÚMERO 9	40
6.1.	Princípios Básicos.....	40
6.1.1	Objetivo da Proteção Radiológica	40
6.1.1.1	Discussão dos Resultados.....	40
6.1.1.2	Conclusões.....	41
6.1.2	Órgãos e Tecidos Críticos	41
6.1.2.1	Discussão dos Resultados.....	41

6.1.2.2 Conclusões.....	41
6.1.3. Fontes de Exposição Controláveis e Incontroláveis	42
A) Controláveis	42
6.1.3.1. Discussão dos Resultados.....	42
6.1.3.2 Conclusão	43
B) Incontroláveis.....	43
6.1.3.3. Discussão dos Resultados.....	43
6.1.3.4. Conclusão	43
6.2 Limitação da Dose.....	44
6.2.1 Trabalhadores.....	44
6.2.1.1 Discussão dos Resultados.....	44
6.2.1.2 Conclusões.....	44
6.2.2 Indivíduo do Público	45
6.2.2.1 Discussão dos Resultados.....	45
6.2.2.2 Conclusões.....	45
6.2.3 População	46
6.2.3.1 Discussão dos Resultados.....	46
6.2.3.2 Conclusões.....	47
6.3 Princípios Gerais para Radioproteção Operacional.....	47
6.3.1 Geral.....	47
6.3.1.1 Discussão dos Resultados.....	48
6.3.1.2 Conclusões.....	49
6.3.2. Notificação, Registro e Licença.....	49
6.3.2.1 Discussão dos Resultados.....	50
6.3.2.2 Conclusões.....	51
6.3.3 Vigilância Física	51

6.3.3.1 Discussão dos Resultados.....	52
6.3.3.2 Conclusões.....	52
6.4 Níveis de Ação para Exposição à Fontes Incontroláveis	52
6.4.1 Discussão dos Resultados	54
6.4.2 Conclusões.....	54
6.5 Capítulos Tratados somente na Publicação do OIEA.....	55
6.5.1 Glossário de Termos	55
6.5.1.1 Discussão dos Resultados.....	55
6.5.1.2 Conclusão	55
6.5.2 Ingestão de Material Radioativo e Doses Internas e Externas de Exposição	56
6.5.2.1 Trabalhadores.....	56
6.5.2.2 Membros do Público	57
6.5.2.3 Resultados	57
6.5.2.4 Conclusões.....	57
6.6 Comparação entre o número de artigos de cada capítulo das publicações 9 da CIPR e 9 do OIEA.....	57
7. COMPARAÇÃO ENTRE AS PUBLICAÇÕES 1, 2 E 9 DA CIPR E NÚMERO 9 DO OIEA CONTRA PUBLICAÇÃO 26 E 30 DA CIPR.....	58
7.1 Princípios Básicos.....	58
7.1.1 Objetivo da Radioproteção	58
7.1.1.1 Discussão dos Resultados.....	60
7.1.1.2 Conclusão	60
7.1.2 Órgãos e tecidos Críticos.....	60
7.1.2.1 Discussão dos Resultados.....	61
7.1.2.2 Conclusão	61
7.1.3 Categorias de Exposição	62

7.1.3.1 Discussão dos Resultados.....	62
7.1.3.2 Conclusão	62
7.2. Limitação da Dose.....	63
7.2.1 Trabalhadores.....	63
7.2.1.1 Discussão dos Resultados.....	64
7.2.1.2 Conclusões.....	65
7.2.2 Indivíduo do Público	65
7.2.2.1 Discussão dos Resultados.....	66
7.2.2.2 Conclusões.....	66
7.2.3 População	66
7.2.3.2 Conclusões.....	67
7.3 Princípios Gerais para Radioproteção Operacional.....	68
7.3.1 Discussão dos Resultados	69
7.3.2 Conclusões.....	69
8. COMPARAÇÃO ENTRE CIPR NÚMERO 26 E 30 CONTRA OIEA NÚMERO 9 EDIÇÃO DE 1982.....	70
8.1 Princípios Básicos.....	70
8.1.1 Objetivo da Radioproteção	70
8.1.1.1 Discussão dos Resultados.....	72
8.1.1.2 Conclusão	72
8.1.2 Órgãos e tecidos Críticos.....	73
8.1.2.1 Discussão dos Resultados.....	73
8.1.2.2 Conclusão	74
8.1.3 Categorias de Exposição	74
8.1.3.1 Discussão dos Resultados.....	74
8.1.3.2 Conclusão	74

8.2. Limitação da Dose.....	75
8.2.1 Trabalhadores.....	76
8.2.1.1 Discussão dos Resultados.....	77
8.2.1.2 Conclusões.....	77
8.2.2 Indivíduo do Público	77
8.2.2.1 Discussão dos Resultados.....	78
8.2.2.2 Conclusões.....	78
8.2.3 População	78
8.2.3.1 Discussão dos Resultados.....	79
8.3 Princípios Gerais para Radioproteção Operacional.....	79
8.3.1 Geral.....	79
8.3.1.1 Discussão dos Resultados.....	80
8.3.1.2 Conclusões.....	81
8.3.2 Apoio Físico	81
8.3.2.1 Discussão dos Resultados.....	82
8.3.2.2 Conclusões.....	82
8.3.3 Sistema de notificação, registo ou licenciamento.....	82
8.3.3.1 Conclusões.....	82
9. COMPARAÇÃO ENTRE A PUBLICAÇÃO NÚMERO 60 DA CIPR E NÚMERO 115 DO OIEA	83
9.1 Objetivo da Proteção Radiológica	83
9.1.1. Discussão dos Resultados	83
9.1.2. Conclusão	83
9.2. Tipos de Exposição.....	83
9.2.1. Exposição Ocupacional	84
9.2.1.1. Discussão dos Resultados.....	85

9.2.1.2. Conclusão	86
9.2.3. Exposições Médicas	86
9.2.3.1. Discussão dos Resultados.....	86
9.2.3.2. Conclusão	87
9.2.4. Exposição do Público	87
9.2.4.1. Discussão dos Resultados.....	87
9.2.4.2. Conclusão	87
9.3. Efeitos Biológicos.....	88
9.3.1. Discussão dos Resultados	89
9.3.2. Conclusão	89
9.4. Limites de dose.....	89
9.4.1 Controle da exposição do Público	90
9.4.1.1 Discussão dos Resultados.....	90
9.4.1.2 Conclusão	90
9.5. Fatores de ponderação do Tecido	90
9.5.1. Discussão dos Resultados	91
9.5.2. Conclusão	91
9.6. Dose Efetiva.....	91
9.6.1. Discussão dos Resultados	92
9.6.2. Conclusão	92
9.7. Acidente e emergência	92
9.7.1 Limitação da Exposição Laboral em Emergências	92
9.7.1.1. Discussão dos Resultados.....	93
9.8. Classificação das áreas de trabalho	93
9.8.1. Área Controlada.....	93
9.8.1.1 Discussão dos Resultados.....	94

9.8.1.2. Conclusão	94
9.8.2. Área Supervisionada	94
9.8.2.1. Discussão dos Resultados.....	94
9.8.2.2. Conclusão	94
9.8.3. Condições de Trabalho.....	95
9.8.3.1. Discussão dos Resultados.....	95
9.8.3.2. Conclusão	95
9.9. Níveis de referência	95
9.9.1. Discussão dos Resultados	96
9.9.2. Conclusão	96
10. COMPARAÇÃO ENTRE A PUBLICAÇÃO NÚMERO 103 DA CIPR CONTRA A PUBLICAÇÃO GSR PARTE III DO OIEA	97
10.1. Objetivos da Proteção Radiológica	97
10.1.1. Discussão dos Resultados.....	99
10.1.2. Conclusão	99
10.2. Exigências de Gerenciamento.....	100
10.2.1 Discussão dos Resultados.....	101
10.2.2 Conclusão	102
10.3. Situações de Exposição Planejada.....	102
10.3.1 Discussão dos Resultados.....	104
10.3.2 Conclusão	105
10.4. Categorias de exposição	105
10.4.1. Exposição Laboral	105
10.4.1.1 Discussão dos Resultados.....	107
10.4.1.2 Conclusão	107
10.4.2. Exposição de público.....	107

10.4.2.1. Discussão dos resultados	108
10.4.2.2. Conclusão	108
10.4.3. Exposição médica de pacientes	109
10.4.3.1 Discussão dos Resultados.....	110
10.4.3.2 Conclusão	110
10.5. Situação de exposição de emergência	111
10.5.1 Discussão dos Resultados.....	113
10.5.2 Conclusão	114
10.6. Situação de exposição existente	114
10.6.1. Discussão dos Resultados.....	118
10.6.2. Conclusões.....	118
10.7. Limites de Dose	119
10.7.1. Discussão dos Resultados.....	122
10.7.2. Conclusão	122
10.8. Classificação das Áreas de Trabalho.....	122
10.8.1. Discussão dos Resultados	125
10.8.2. Conclusão	126
10.9. Proteção do Ambiente	126
10.9.1. Discussão dos Resultados.....	128
10.9.2 Conclusão.....	129
10.10. Tópicos exclusivos do OIEA.....	129
10.10.1. Responsabilidades do Governo	129
10.10.2. Responsabilidades do órgão regulador	129
10.10.3. Responsabilidade da Proteção e Segurança	129
10.10.4. Regras locais, procedimentos e equipamento de proteção individual. .	130
10.10.5. Notificação, Registo, Isenção e Licença	131

10.10.6. Conclusão	133
11. Tópicos Exclusivos da CIPR	133
11.1. Aspectos Biológicos para a Proteção Radiológica	133
11.1.2. Conclusões.....	134
CONCLUSÃO FINAL	135
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	136

1. INTRODUÇÃO

Em 1925 durante o primeiro Congresso Internacional de Radiologia foi fundada a CIUR – “Comissão Internacional de Unidades e Medidas da Radiação” encarregada de desenvolver grandezas físicas e suas respectivas unidades para quantificar as medidas das radiações ionizantes.

Em 1928 durante o segundo Congresso Internacional de Radiologia realizado em Estocolmo foi fundada a CIRP – “Comissão Internacional de Proteção Radiológica” encarregada de estabelecer recomendações de proteção e segurança no campo das aplicações pacíficas das radiações ionizantes.

Esta Comissão sempre esteve ligada a classe médica e continua estando.

Até a data de 1956 quando foi liberada a energia nuclear para os seus usos pacíficos, as recomendações da CIPR eram publicadas nas revistas científicas internacionais de radiologia pois as radiações ionizantes só eram utilizadas no campo da medicina.

Com a liberação da energia nuclear para fins pacíficos, deixando de ser segredo de algumas poderosas nações detentoras do conhecimento científico da época, anteviu-se que o desenvolvimento do campo científico das radiações teria um crescimento colossal e seriam praticamente utilizadas por todas as nações. Em virtude disto a CIPR resolveu publicar as suas recomendações em compêndios próprios e não mais nas revistas de medicina pois a aplicação das radiações ionizantes se estenderia a muitos outros campos de conhecimentos técnico científico além da medicina.

Em virtude disso em 1958 a CIPR publicou o seu primeiro compendio de recomendações com o número 1⁽¹⁾. Estas recomendações foram completadas em 1959 com o compendio de número 2⁽²⁾ que tratava das exposições internas ao corpo humano.

Em síntese foram estabelecidos limites anuais máximos permissíveis, LAMP, no ser humano para três categorias diferentes de pessoas, a saber: Trabalhadores, isto é, indivíduos que prestam serviço em presença da radiação ionizante; indivíduos do público, isto é, indivíduos que vivem nas imediações de instalações nucleares ou radiativas e em consequência disso recebem uma exposição de radiação ionizante maior do que o resto da população, e a população como um todo, esta refere-se à população do país, que não tenha sido incluída nas duas categorias anteriores.

Com a liberação da energia nuclear para fins pacíficos, foi criado o “Organismo Internacional de Energia Atômica, OIEA”, órgão oficial da Organização das Nações Unidas para coordenar e orientar no desenvolvimento técnico científico do uso das radiações ionizantes e energia nuclear. Esta organização firmou um acordo com a CIPR de que no campo da proteção e segurança com relação à radiação ionizante adotaria a filosofia das recomendações do CIPR mas que editaria as suas próprias recomendações.

Com o “boom” do desenvolvimento técnico científico anteviu-se que aquelas recomendações necessitavam de alterações e algum detalhamento, razão pela qual a publicação no. 1 da CIPR⁽¹⁾ foi substituída em 1966 pelo de número 9⁽³⁾ e o OIEA resolveu editar em 1967 sua primeira edição na série “Safety Series” com o número 9⁽⁴⁾.

Com estas publicações a filosofia do LAMP chegou ao seu auge e a curva ascendente começou a declinar. Com a crise internacional do petróleo a filosofia dos LAMP pereceu e deu origem a uma nova filosofia que ainda está vigente.

Ainda que a publicação no. 22 da CIPR⁽⁵⁾ tenha introduzido as bases da nova filosofia o novo sistema de limitação das doses só foi introduzido em 1977 com a publicação no. 26 da CIPR⁽⁶⁾ e a publicação no. 30 de 1978 a 1980⁽⁷⁾ para a exposição individual interna.

O OIEA adotou a nova filosofia em 1982 com a publicação SS – No. 9 edição 1982 da coleção Serie de Segurança, “Safety Series”⁽⁸⁾.

Para distingui-la da filosofia LAMP a chamaremos de filosofia LAMA significando Limites Anuais Máximos Admissíveis, pois os limites só são admitidos se forem justificados e estarem otimizados.

Isto significa que atividades humanas envolvendo a radiação ionizante são proibidas se não forem justificadas, isto é, se essa introdução causar mais malefício do que benefício à sociedade ou aos indivíduos.

Com o princípio da otimização pretende-se diminuir as doses dos trabalhadores e para tanto elas foram divididas em três regiões, a saber:

- a) Região de doses inaceitáveis – São doses superiores aos limites anuais conveniados.
- b) Região de doses toleráveis – São doses no intervalo que começa acima de 1/10 dos LAMA’s e chega até eles.
- c) Região de doses Aceitáveis – São doses no intervalo igual ou inferior a 1/10 dos LAMA’s

São as doses que se encontram na região tolerável que devem ser diminuídas por melhorias na proteção e na segurança até se alcançar a região aceitáveis.

Foi internacionalmente convencionado que a diminuição das doses se daria em duas etapas. Na primeira etapa as doses dos trabalhadores seriam diminuídas até 3/10 dos LAMA's e na segunda etapa seria alcançada a região de doses aceitáveis.

Em 1991 o CIPR editou a publicação no. 60⁽⁹⁾ estabelecendo que limite anual de corpo inteiro médio sobre períodos de 5 anos não deveria ultrapassar 20 mSv por ano. Isto significa que os trabalhadores conseguiram finalizar a meta dos 3/10 dos LAMA's.

O OIEA adotou a nova marca com a publicação SS no. 115 de 1994 em edição ínterim e em 1996 com a edição final⁽¹⁰⁾.

Concluindo estava-se trabalhando já na segunda etapa para se alcançar a região de doses aceitável.

Em 2007 a CIPR surge com uma nova publicação a de no. 103⁽¹¹⁾ que substitui a 60, ainda que nem todo mundo tenha alcançado a região aceitável esta publicação atualizou a de no. 60 com os progressivos conhecimentos e forneceu mais detalhes.

Em virtude do acordo citado entre a CIPR e o OIEA este último edita a publicação no. GSR Part 3 – Interim⁽¹²⁾ em 2011 aceitando a evolução.

2. OBJETIVOS

Este trabalho possui dois objetivos:

- I.** Explicar detalhadamente como surgiram as filosofias do Sistema de Limitação de Dose e como foram evoluindo no decorrer de suas publicações
- II.** Como cada nova publicação substituiu a anterior e os indivíduos que confeccionaram as duas publicações não são os mesmos, muitas informações, algumas valiosas foram perdidas. Nós as discutiremos e procuraremos mostrar o seu valor real e se não é o caso de reintroduzi-las nas futuras publicações.

3. METODOLOGIA

Para se obter as finalidades do presente trabalho realizamos uma sequência de metas aqui expostas praticamente em ordem cronológica de desenvolvimento:

- 3.1 Estudamos as publicações de números 1 e 2 da CIPR para entender profundamente a filosofia dos LAMP.
- 3.2 Estudamos profundamente a publicações de números 9 do CIPR e também de no. 9 do OIEA, verificando o que havia de comum e de diferente para se poder propiciar uma discussão com relação às diferenças encontradas.
- 3.3 Efetuamos uma discussão entre as publicações do item 3.1 com aquelas do item 3.2
- 3.4 Efetuamos o mesmo estudo e discussão descritos nos itens 3.1 e 3.2 com as publicações de no. 26 e 30 da CIPR e de número 9 do OIEA edição 1982.
- 3.5 Efetuamos uma discussão entre as publicações do item 3.4 e as anteriores quanto às informações que foram eliminadas e introduzidas.
- 3.6 Efetuamos o mesmo estudo e discussão descrito no item 3.4 com as publicações de no. 60 da CIPR e de número 115 do OIEA.
- 3.7 Efetuamos uma discussão análoga àquela do item 3.5 envolvendo todas as publicações já examinadas.
- 3.8 Repetir o estudo e discussão mencionado no item 3.6 com a publicação de no. 103 da CIPR e do OIEA no. GSR Part. 3 - interim
- 3.9 Efetuar uma discussão análoga àquela do item 3.5 envolvendo todas as publicações já examinadas.

4. GRANDEZAS FISICAS

Atividade, A

A atividade de um material radioativo é expressa pelo quociente entre o número médio de transformações nucleares espontâneas e o intervalo de tempo decorrido. Matematicamente é dada por:

$$(1) \quad A = \frac{dN}{dt} \text{ (Bq = s}^{-1}\text{)}$$

Onde, N é o número de núcleos radioativos contidos na amostra ou material.

Segundo a definição da ICRU, a Atividade é o quociente dN/dt , de uma quantidade de núcleos radioativos num estado de energia particular, onde dN é o valor esperado do número de transições nucleares espontâneas deste estado de energia no intervalo de tempo dt .

Sua unidade, o becquerel (Bq), corresponde a uma transformação por segundo, ou s^{-1} . A unidade antiga, curie (Ci) é ainda utilizada em algumas situações, e corresponde ao número de transformações nucleares por unidade de tempo de 1 grama de ^{226}Ra , sendo $1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$.

É bom salientar que, uma transformação por segundo não significa a emissão de uma radiação por segundo, pois, numa transformação nuclear, podem ser emitidas várias radiações de vários tipos e várias energias.

Exposição, X

É o quociente entre dQ por dm , onde dQ é o valor absoluto da carga total de íons de um dado sinal, produzidos no ar, quando todos os elétrons (negativos e positivos) liberados pelos fótons no ar, em uma massa dm , são completamente freados no ar, ou seja,

$$(2) \quad X = \frac{dQ}{dm} \text{ (C . Kg}^{-1}\text{)}$$

Devido à necessidade de se conhecer perfeitamente a massa do volume de material atingido e de coletar —total a carga de mesmo sinal num eletrodo, a medição

da Exposição só é factível numa câmara de ionização a ar, a câmara de ar livre (—freeairll). Isto significa que esta grandeza só pode ser definida para o ar e para fótons X ou gama.

As radiações alfa não conseguem penetrar na câmara para ionizar o ar, e as radiações beta não permitem condições de homogeneidade ou equilíbrio eletrónico na coleta dos elétrons. Além do mais, estas radiações representam elétrons adicionais (carga) ou núcleos de hélio que podem capturar elétrons do ar.

A unidade especial roentgen (R) está relacionada com a unidade do SI, Coulomb/kilograma (C.kg⁻¹), por:

$$(3) \quad R = 2,58.10^{-4} \text{ C} \cdot \text{kg}$$

Dose absorvida, D

Outro efeito da interação da radiação com a matéria é a transferência de energia. Esta nem sempre é absorvida totalmente, devido à variedade de modos de interação e à natureza do material. Assim, por exemplo, uma quantidade da energia transferida pode ser captada no processo de excitação dos átomos, ou perdida por radiação de freamento (raios X), cujos fótons podem escapar do material. A fração absorvida da energia transferida corresponde às ionizações dos átomos, quebra de ligações químicas dos compostos e incremento da energia cinética das partículas (correspondente à conversão em calor).

A relação entre a energia absorvida e a massa do volume de material atingido é a base da definição da grandeza Dose absorvida. Entretanto, para especificar melhor as variações espaciais e evitar a variação da quantidade de energia absorvida em diferentes pontos do volume do material, a Dose absorvida é definida como uma função num ponto P, de interesse, ou seja,

$$(4) \quad D = \frac{d\bar{\epsilon}}{dm} (\text{J} \cdot \text{Kg}^{-1} = \text{Gray} = \text{Gy})$$

Onde $\bar{\epsilon}$ é a energia média depositada pela radiação no ponto P de interesse, num meio de massa dm. A unidade antiga de dose absorvida, o rad (radiation absorbed dose), em relação ao gray, vale, 1Gy = 100rad A dose absorvida pode ser medida de modo absoluto utilizando-se um calorímetro de grafite.

Dose Equivalente, H

Esta grandeza, definida no Brasil como Dose Equivalente, é uma tradução equivocada de “Dose Equivalent” das recomendações da ICRP 26. Esta grandeza, assim denominada, ficou estabelecida nas normas da CNEN-NE-3.01(1988), e no vocabulário dos usuários. A tradução correta seria Equivalente de dose, pois o conceito definido foi de equivalência entre doses de diferentes radiações para produzir o mesmo efeito biológico.

A Dose Equivalente, H, é obtida multiplicando-se a dose absorvida D pelo Fator de qualidade, Q, ou seja,

$$(5) \quad H = D \cdot Q \quad (\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} = \text{sievert} = \text{Sv})$$

A unidade antiga da dose equivalente denominava-se rem (roentgen equivalente men), sendo que $1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$.

O fator de qualidade Q é adimensional e constitui um fator de peso proveniente da simplificação dos valores da Efetividade (ou Eficácia) Biológica Relativa dos diferentes tipos de radiação, na indução de determinado tipo de efeito biológico. Na equivalência, as diferenças entre as radiações foram expressas pelos diferentes valores do LET (Linear Energy Transfer), ou seja, o valor de Q foi obtido em função do LET.

5. COMPARAÇÃO ENTRE AS PUBLICAÇÕES DA CIPR DE NÚMERO 1 CONTRA A DE NÚMERO 9

5.1 Princípios Básicos

Com o título “Princípios Básicos” justifica a diminuição nos limites de dose em 1955 de corpo inteiro para o trabalhador de 0,3 rem/semana para 0,1 rem/semana e de 1,5 rem/semana para o cristalino para 0,6 rem/semana.

Informa também que deveria haver dois limites, um para dose aguda e outra para dose crônica. A dose aguda teria um limite de acúmulo em 13 semanas consecutivas (1 trimestre) e a dose crônica um limite anual, considerando o ano de 50 semanas.

Neste caso o Limite Anual Máximo Permissível de corpo inteiro passaria a ser $0,1 \text{ rem/semana} \times 50 \text{ semanas/ano} = 5 \text{ rem/ano}$ mas a dose acumulada nas 13 semanas manteria o valor anterior isto é, $0,3 \text{ rem/semana} \times 13 \text{ semanas} = 3,9 \text{ rem}$ por 13 semanas ou por aproximação 4 rem/13 semanas.

Para a pele o limite anual deverá ser $0,6 \text{ rem/semana} \times 50 \text{ semanas/ano} = 30 \text{ rem/ano}$ e o limite por 13 semanas de 8 rem.

Outra inovação foi considerar a dose interna e para tanto os órgãos e tecidos foram divididos em três grupos a saber:

- (a) Órgãos formadores do sangue, gônadas e cristalino.
- (b) Pele e Tireoide
- (c) Todos os demais órgãos e tecidos

Para o grupo (a) o limite anual de dose é dado pela fórmula em que D é o limite de dose anual em rem e N é a idade do indivíduo exposto à radiação.

$$(1) \quad D = 5(N-18)$$

Para o grupo (b) os limites de dose na tireoide são iguais aos da pele.

Para o grupo (c) os limites de dose estão baseados no valor de 0,3 rem/semana, isto é, 4 rem por 13 semanas e 15 rem por ano.

Os principais efeitos considerados no trabalhador são a leucemia e o encurtamento da vida.

Ainda não pode ser realizado um balanço entre risco e benefício.

Estabelece limites para as pessoas que vivem nas imediações de instalações com fontes de radiação de 0,5 rem por ano para crianças e 1,5 rem por ano para adultos. Por fim estabelece uma dose genética limite para a população de 5 rem/geração considerando-a de 30 anos, isto é, os primeiros 30 anos de vida.

Estes assuntos citados acima não é tratado na publicação nº 9, uma vez que estes valores foram mantidos com justificações mais aprimoradas.

Para poder identificar a diversidade entre as duas publicações procuramos identificar os capítulos que tratam de assuntos similares e discutir as suas diferenças. Desta maneira começaremos com o capítulo “B. Conceitos Básicos” da publicação nº 1 e o capítulo “A. Princípios Básicos Fundamentais das Recomendações da CIPR” da publicação nº 9. Dividiremos a análise pelos assuntos tratados nestes dois capítulos.

5.1.1. Objetivo da Radioproteção

Enquanto que na publicação 1 os objetivos da proteção são evitar ou minimizar os prejuízos somáticos e minimizar a deterioração da constituição genética da população, na publicação 9 são evitar os efeitos da radiação aguda e limitar os riscos dos efeitos tardios a um nível aceitável. A publicação 9 informa ainda que os efeitos da radiação são chamados somáticos se eles se manifestam nos indivíduos expostos e hereditários se eles se manifestam nos descendentes.

5.1.1.1 Discussão dos Resultados

Os objetivos da radioproteção da publicação nº 1 são mais claros do que aqueles da publicação nº 9 uma vez que especifica claramente os efeitos genéticos. Por outro

lado, a mesma publicação nº1 não aborda os efeitos agudos da radiação e portanto, de certa forma, está incompleta.

5.1.1.2. Conclusão

Houve um grande avanço da publicação nº 9 em relação aos objetivos da proteção radiológica. Reflexo da evolução do conhecimento em comparação com a publicação nº1.

5.1.2 Órgãos e tecidos Críticos

A publicação 1 informa que no caso da irradiação uniforme do corpo inteiro os tecidos críticos são os órgãos formadores do sangue, as gônadas e o cristalino e exclui a pele que era considerada nos relatórios anteriores. Já a publicação 9 acrescenta os efeitos no feto para as mulheres grávidas. A publicação 9 informa que para as doses internas deve ser considerado como órgão crítico aquele que fornece o maior dano ao corpo e que deve ser usada a dose média sobre ele. A dose média não é válida para uma distribuição extremamente heterogênea e como exemplo fornece a irradiação da pele que deve ser considerada a área que recebe a maior dose mediada sobre 1 cm².

5.1.2.1 Discussão dos Resultados

A grande novidade da publicação 9 com relação à 1 é o acréscimo do feto para as mulheres grávidas e o cálculo da dose nos órgãos críticos bem como nas irradiações muito heterogêneas. Também a publicação 9 mostra os avanços nos estudos dos efeitos biológicos que devem ser considerados para o estabelecimento dos valores dos limites de dose máximos permissíveis.

5.1.2.2 Conclusão

Houve um grande aumento no conhecimento dos efeitos biológicos que devem ser considerados no estabelecimento dos limites de dose e o acréscimo do feto como órgão crítico na exposição de corpo inteiro para mulheres grávidas.

5.1.3 Categorias de Exposição

Nas recomendações da publicação 1 existiam três grupos de indivíduos a saber:

- (a) Trabalhadores regularmente expostos à radiação
- (b) Trabalhadores ocasionalmente expostos a radiação
- (c) Membros do público

Na publicação 9 foram reduzidos a dois a saber:

- (a) Adultos expostos no decorrer de seu trabalho
- (b) Membros do público

A publicação 9 fornece muito mais informações das quais destacamos as seguintes que norteiam para os detalhes lá tratados:

- 1- Os membros do público envolvem crianças, elas não escolheram estarem expostas e podem não ter benefícios com a irradiação, não são submetidas à seleção, supervisão e ao monitoramento exigidos no trabalho. Portanto, o seu limite é 1/10 daqueles dos trabalhadores. O limite é um conceito teórico usado para propósitos de planejamento do trabalho. É impossível assegurar que alguns membros do público não ultrapassem o seu limite.
- 2- Para a população além do risco individual ser pequeno devemos considerar o número de pessoas expostas e portanto a quantidade de dose somática e genética.

Além do já exposto, a publicação 9 se estende num vasto número de assuntos não mencionados na publicação 1 que mencionaremos a seguir, fornecendo título do capítulo quando muito extenso:

- Assume o princípio da linearidade sem limiar, LSL, para os efeitos tardios, cânceres, incluindo a leucemia e para os efeitos hereditários, mas ela, CIPR, está ciente que esta hipótese e a completa aditividade das doses pode estar incorreta, mas elas são improváveis de levarem a uma subestimativa do risco.
- Introduz o termo Dose Equivalente para a grandeza física cuja unidade é o rem e substitui o fator de Eficácia Biológica Relativa, que pela publicação 1 multiplicava a dose absorvida, pelo fator de qualidade e outros fatores modificadores. Informa também que o efeito biológico para doses de radiação pequenas independe da taxa de dose.
- Informa que o conceito de risco está ligado ao princípio da linearidade sem limiar para a leucemia, cânceres e efeitos genéticos e que ainda não é possível estabelecer uma relação entre risco e a dose em virtude de não termos um balanço entre o risco e o benefício.
- Dose permissível significa dose aceitável.
- Estabelece que os valores dos limites atuais de dose estão baseados em uma pequena probabilidade de dano da radiação sem uma restrição indevida no uso e nos benefícios das radiações ionizantes
- Os limites de dose para trabalhadores incluem minas, voos em grandes altitudes e a presença de material radioativo em forma concentrada como Radio, Urânio e Tório.
- Recomenda Limites de dose máximas permissíveis, LAMP, para trabalhadores, limites de dose para o público e para a população níveis de ação para a exposição não planejada e fontes incontroláveis.

5.1.3.1 Discussão dos Resultados

A redução das categorias de indivíduos expostos à radiação é um fator muito importante pois a categoria (b) da publicação 1 englobava visitantes, prestadores de serviços e manutenção e deviam obedecer aos limites de dose do público. Com a publicação 9 estes grupos foram separados pois o grupo (a) engloba só os trabalhadores expostos no decorrer de seu trabalho e portanto foram excluídos os visitantes, prestadores de serviços e pessoal de manutenção que poderiam adentrar em áreas controladas quando não há a presença da fonte de exposição, os demais devem obedecer os limites dos trabalhadores.

Com relação aos membros do público o limite de dose que era de 0,5 rem/ano para crianças e 1,5 rem/ano para adultos foi unificado em 0,5 rem/ano para ambos sem fornecerem uma justificativa e para a população como um todo houve um maior detalhamento sobre o assunto e a informação que a preocupação residia em dois fatores isto é, as pequenas doses individuais e o número de pessoas expostos à radiação.

A respeito dos assuntos desenvolvidos na publicação 9 e não mencionados na publicação 1 discutiremos cada um deles separadamente:

- Com relação a hipótese LSL a CIPR admite poder estar incorreta e portanto presume-se deveriam ser efetuados estudos mais aprofundados o que não foi realizado.
- A introdução do termo Dose Equivalente é justificada uma vez que houve uma tendência internacional de definir a grandeza física e fornecer sua unidade e não definir a unidade. Quanto a mudança da Eficácia Biológica Relativa para o Fator de Qualidade e outros fatores modificadores ela se deu por imposição dos Biólogos.
- Com relação ao risco não conseguiram estabelecer uma relação entre o risco e a dose de radiação. Isto significa que continua a filosofia da CIPR 1, isto é os limites de dose continuam baseados nos efeitos somáticos para o trabalhador e nos efeitos genéticos para a população como um todo.
- Com relação a dose permissível significar dose aceitável, não há o que discutir e concluir, pois é permitido trabalhar com doses inferiores aos limites.
- Estabelece valores limites evitando uma restrição indevida ao risco e aos benefícios das radiações ionizantes foi uma atitude de suma importância que permitiu o uso delas, praticamente em todos os campos de atividades humanas e no conhecimento em geral.
- Explicitar que as doses para trabalhadores incluem minas etc. foi muito útil para esclarecer as bordas de aplicação e a obediência aos limites anuais das categorias dos indivíduos.
- A definição dos termos LAMP, limites de dose e níveis de ação é de grande utilidade uma vez que elas estão baseadas em situações de exposição diferentes e impõe procedimentos diferentes.

5.1.3.2 Conclusão

A redução das categorias de indivíduos expostos à radiação de 3 da publicação 1 para 2 da publicação 9 foi muito bem vinda pois separam os ocasionalmente expostos para aqueles que entram ocasionalmente em áreas controladas para exercerem trabalhos que exigem a fonte de radiação exposta daqueles indivíduos que poderiam entrar em áreas controladas na ausência da exposição da fonte.

Outro fato importante são os esclarecimentos realizados com relação aos indivíduos do público que seus limites são conceitos teóricos e que os indivíduos não são monitorados. Os limites tem propósitos de planejamento de atividade.

Com relação à população antevê-se em primeira mão que a preocupação da CIPR está na disseminação dos efeitos hereditários na população.

Com relação aos assuntos desenvolvidos na publicação 9 e não mencionados na publicação 1 as conclusões, para cada um deles, são as que seguem:

- A introdução da grandeza física Dose Equivalente nada mais fez do que seguir a tendência da época na definição de unidades e quanto aos fatores modificadores da dose absorvida não fornece os motivos alegados pelos Biólogos para esta mudança.
- Com relação ao risco podemos concluir que mesmo com um grande avanço no conhecimento dos efeitos biológicos provocados pela radiação a relação risco-dose ainda não foi conseguida.
- cremos que a relação risco-dose não foi conseguida em virtude da hipótese LSL ser muito restritiva, justificada pela imposição de “a favor da segurança”.
- Consideramos que os valores dos danos pequenos foram colocados em uma medida correta que possibilitou o amplo uso das radiações ionizantes em todas as atividades humanas.
- A inclusão das minas etc. tem o mérito de esclarecer até onde se aplicam os limites para trabalhadores.
- A definição dos termos LAMP, limites de dose e níveis de ação são completamente justificados para evitar possíveis confusões e dar um tratamento claro para estas situações.

Consideramos que a CIPR obteve uma grande solução para um grave problema ainda não resolvido de relacionar o risco da radiação ionizante com a dose de radiação.

Cremos que houve um grande progresso com relação à publicação n° 1 colocando em discussão as situações anormais de exposição à radiação, isto é, situações não planejadas, mas na época só constituíam o embrião inicial.

5.1.4 Fontes de exposição Controláveis e incontroláveis

A) Controláveis

Ainda que não se tenha uma relação entre dose- risco, os limites devem estar baseados nos riscos à saúde dos indivíduos, neste caso a CIPR n° 9 informa:

- (a) Para os limites do trabalhador – os riscos das exposições não excedem aqueles que são aceitos na maioria das instituições industriais e científicas com um elevado padrão de segurança.
- (b) Para os limites do público – os riscos devem ser menores ou iguais aos demais riscos regularmente aceitos em sua vida diária e devem ser justificados em termos de benefícios que de outro modo não seriam recebidos.

5.1.4.1 Discussão dos Resultados

Como ainda não existe uma relação risco-dose decidiu-se comparar os riscos por morte entre as instituições industriais e científicas com aquelas produzidas pela radiação ionizante. Com isto, a CIPR conclui que a radiação ionizante torna-se mais segura do que as demais instituições usadas na comparação, uma vez que danos incapacitando o trabalhador e mantê-lo vivo são muito menores no uso das radiações ionizantes do que nas demais atividades.

5.1.4.2 Conclusão

Foi em virtude desta comparação dos riscos para os trabalhadores e para o público que se chegou à conclusão que o trabalho em presença de radiação é mais seguro do que as demais atividades humanas.

B) Incontroláveis

Neste contexto a CIPR informa que o principal assunto é estabelecer quais são as ações remediadoras disponíveis para limitar a exposição e aumentar a chance de recuperação. O risco ou custo social para qualquer ação remediadora deve ser justificado pela redução do risco, mas ainda não é possível recomendar nível de ação.

5.1.4.3 Discussão dos Resultados

Vê-se que realmente o assunto encontra-se em seu começo e ainda que se conheçam as ações remediadoras o risco ou o custo social é tratado de maneira qualitativa em grande influência do público afetado e/ou interessado.

5.1.4.4 Conclusão

Aqui foi colocado o embrião que no futuro a CIPR informará que as ações devem ser condizentes com as expectativas dos indivíduos do público afetado.

5.2. Limitação da Dose

Agora passaremos a comparar o capítulo C intitulado: “Doses Máximas Permissíveis” da publicação nº 1 com o capítulo B intitulado: “Limitações das Doses para as exposições à fontes Controláveis” da Publicação nº 9.

5.2.1 Trabalhadores

Começaremos mostrando as informações contidas ou modificadas na publicação nº 9 para os trabalhadores.

A Publicação nº 1 informa que em caso de acidentes com doses superiores a 25 rem os trabalhadores serão encaminhados ao serviço médico e o médico decidirá se poderá continuar trabalhando. Em qualquer caso se a dose acumulada for superior ao valor da formula 5 ($N-18$), em que N é a idade do radioacidentado, o seu limite subsequente deverá ser diminuído para que os valores seguintes satisfaça a equação.

Em caso de situação de emergência o trabalhador poderá acumular até 12 rem de dose de corpo inteiro. No caso desta dose exceder o permitido pela equação da idade o seu limite subsequente será diminuído para que em 5 anos satisfaça a equação.

As mulheres em idade de reprodução não podem participar de situações de emergência.

A publicação nº 9 é mais extensa e devemos ressaltar o que segue.

Para o limite anual de 30 rem foi acrescentado o osso que era de 15 rem na publicação nº 1 sem explicitar os motivos desta mudança. Para as mulheres com capacidade de reprodução não vale o limite trimestral de 3 rem mas é diminuído para 1,3 rem. Com esta alteração a CIPR acredita que o embrião não tenha recebido uma dose superior a 1 rem nos dois primeiros meses de vida fetal, o que é um bom limite. A publicação nº9 substitui o termo 13 semanas por trimestre.

Mulheres grávidas tem seu limite de corpo inteiro de 1 rem a partir da diagnose até a concepção. No caso da irradiação de vários órgãos informa que se a exposição externa de corpo inteiro for superior a metade da dose máxima permissível para as gônadas e a medula óssea eritropoética não mais do que dois órgãos devem ser expostos a mais do que a metade de seus respectivos limites. Na publicação nº 6 encontra-se o procedimento apropriado.

A publicação nº 9 introduz também a noção de situação de exposição especial planejada e informa que podem ocorrer situações infrequentes durante as operações

normais em que seja necessário permitir, a alguns trabalhadores, que recebam exposições superiores aos limites trimestrais. Isto é permitido desde que não exceda duas vezes o limite anual em um único evento e cinco vezes o limite durante toda a vida do trabalhador. No artigo 67 discute quais são os trabalhadores que não podem participar destas situações.

Em situação de emergência o limite de dose dos trabalhadores para o corpo inteiro foi diminuído de 12 rem para 2 vezes o limite anual, isto é, 10 rem.

5.2.1.1 Discussão dos Resultados

Ainda que não se tenha uma relação risco-dose a publicação nº 1 estabelece as ações com o radioacidentado que tenha recebido uma dose superior a 25 rem e também fornece limites para as situações de emergência com base no limite trimestral. O seu valor seria de 12 rem e informa que as mulheres em idade de procriação e não com capacidade de procriação não podem participar de situação de emergência, fato corrigido na publicação nº 9.

Com relação a esta última publicação, a CIPR não informou o motivo de mudança para um limite superior ao anterior para o osso, o que é sem dúvida uma falta grave que não vemos justificativa para tanto. Outra restrição da publicação 9 com relação a publicação 1 é a não validade do limite trimestral para mulheres com capacidade de reprodução em virtude do limite imposto ao embrião de 1 rem após a diagnose e com este valor justifica o limite de dose da mulher grávida, de 1 rem após a diagnose. Desta maneira estaria garantido que a dose até o nascimento do feto nunca ultrapassaria 2 rem.

O fornecimento de vários limites para os diferentes órgãos e tecidos do corpo humano torna impossível a aditividade de todas as doses para avaliar o dano global no corpo todo. A solução encontrada então na época foi diminuir os limites vigentes dos órgãos e tecidos para iguais aqueles dos órgãos críticos do corpo inteiro.

Como vemos os limites de dose não separavam como atualmente a região das doses toleráveis e inaceitáveis pois em situações especiais infrequentes podiam ser ultrapassados os valores para as situações normais de trabalho.

Novamente a CIPR não justifica por que o Limite de dose em situações de emergência foi diminuído de 12 rems para 10 rems.

5.2.1.2 Conclusões

Cremos que foi de grande importância o estabelecimento de um valor limite para o encaminhamento do radioacidentado para o serviço médico, mesmo desconhecendo uma relação risco-dose.

O fato de limitarem a dose em idade de procriação ao invés de capacidade de procriação foi um equívoco da CIPR.

Outra grande novidade importante foi a introdução de um limite para as grávidas e para o embrião.

Ainda que foram introduzidos limites para situação de exposição especial planejada tinha-se a informação de que, até aquela data de sua introdução, este tipo de situação nunca havia ocorrido.

A diminuição do limite de emergência de 12 rem para 10 rem não se justifica pois vai contra a equação da idade evocada em muitas situações.

5.2.2 Indivíduo do Público

Passaremos agora a mostrar as informações contidas na publicação 1 que foram alteradas ou modificadas na publicação 9 para os indivíduos do público.

A publicação 1 informa que se vários órgãos ou tecidos forem irradiados os seus limites serão diminuídos para o valor dos órgãos críticos do corpo inteiro, mas não

fornece o número de órgãos envolvidos como faz com os trabalhadores. A publicação 9 se omite de tratar sobre o assunto.

A publicação 9 é mais extensa a respeito dos indivíduos do público, fornecendo as seguintes informações omitidas na publicação 1:

- Crianças em idades inferiores aos 16 anos tem seu limite anual de dose diminuído para 1,5 rem/ano em vez de 3 rem/ano.
- Define grupo crítico para os indivíduos do público e informa que os limites de dose se aplicam a ele.
- Exames médicos em mulheres com capacidade de reprodução, envolvendo radiação ionizante, devem ser realizados, na medida do possível, nos primeiros 10 dias após o começo da menstruação.

5.2.2.1 Discussão dos Resultados

A publicação 9 não informa porque não tratou da irradiação de vários órgãos e tecidos, e a publicação 1 não forneceu o número de órgãos tratados o que deveríamos concluir que mesmo a irradiação de um órgão que não pertença aos órgãos críticos de corpo inteiro justifica a diminuição do limite para o valor daquele de corpo inteiro.

Os assuntos extras tratados na publicação 1 são de extrema importância e até precursores, uma vez que a maior sensibilidade da tireoide, principalmente na faixa etária dos 7 aos 12 anos foi posteriormente constatada e amplamente estudada no acidente de Chernobyl. Também a recomendação dos exames médicos em mulheres com capacidade de reprodução é muito importante, uma vez que visa salvaguardar a exposição de um futuro embrião que se pode originar após aquele período.

5.2.2.2 Conclusões

Com relação à irradiação de vários órgãos cremos que houve um deslize pelo grupo tarefa que confeccionou a publicação 9 ou decidiu-se que os assuntos tratados na publicação nº 1 não eram importantes o suficiente para aborda-los novamente.

Com relação aos demais assuntos não citados da publicação 1 e discutidos na publicação 9, esta última mostrou que houve um grande avanço no conhecimento dos efeitos biológicos.

5.2.3 População

Por fim passaremos a verificar as diferenças entre as duas publicações para a exposição da população.

A publicação nº 1 informa que a dose medica geneticamente significativa de 5 rem/30 anos, uma geração, engloba todos os grupos de indivíduos, isto é, trabalhadores e grupos especiais e, neste caso, sugere como deve ser distribuída a concentração de cada grupo, a saber:

a) Exposição Laboral:	1 rem
b) Exposição de Grupos Especiais:	0,5 rem
c) Exposição da população como um todo:	2 rem
Reserva:	1,5 rem

A seguir informa como chegou a esta distribuição de doses.

Já a publicação nº 9 não inclui a distribuição ilustrativa da publicação nº1 mas informa que de acordo com as publicações de 1958, 1962 e 1964 do Comitê Científico sobre os Efeitos das Radiações Atômicas das Nações Unidas, CCERANU, as doses medidas estimadas são:

- Doses para a população como um todo resultante das fontes: 0,06 rem mais 0,08 rem resultante dos fragmentos das bombas atômicas, totalizando 0,14 rem.
- Doses de exposições médicas: média 1,0 rem.
- Doses de todas as fontes artificiais incluindo trabalhadores menores do que 0,2 rem.

- Total: 1,34 rem/geração

A publicação n° 1 em três extensos artigos mostra que não é necessário considerar os efeitos somáticos para a população como um todo e que para doses internas os limites são 1/30 avos das concentrações máximas permissíveis, CMP, para trabalhadores. Já a publicação n° 9 não se manifesta quanto aos limites de dose interna e quanto os efeitos somáticos informa que é possível definir um risco como a Leucemia para a população. Como exemplo informa que se a população receber uma dose média de 0,5 rem provocará um aumento no caso de leucemia de 10 casos por milhão de habitantes e portanto no futuro poderá ser considerado dependendo de uma melhoria no conhecimento das estimativas de risco.

A publicação n° 1 estende-se, também, com dois grandes artigos nas exposições médicas informando que os valores das doses geneticamente significativas em vários países alcançam até 150 mrem/ano perfazendo 4,5 rem por geração. Neste caso a população teria no Máximo uma dose total inferior a 10 rem/geração considerando o limite de dose estabelecido. Este valor é aceitável. Já a publicação 9 não se manifesta sobre o assunto.

5.2.3.1 Discussão dos Resultados

Com relação a distribuição de doses medias provocadas pelas diferentes fontes de radiação ionizante na população vê-se que as doses reais informadas pelo CCERANU são bem inferiores ao exemplo ilustrativo fornecido na publicação n° 1 o que demonstra que o sistema de radioproteção implementado é bem eficaz.

Novamente a publicação n° 9 não se manifesta com relação à exposição interna e a publicação 1 informa os limites com base naqueles referentes aos trabalhadores. Com relação aos efeitos somáticos, leucemia, as informações posteriores descartaram a hipótese de considera-la para os efeitos na população como um todo.

Com relação as doses médicas consideramos que a publicação n° 9 deixou passar a nova previsão das exposições medias considerando a evolução técnica dos exames e o conhecimento dos efeitos biológicos.

5.2.3.2 Conclusões

As estimativas originadas pelas publicações do CCERANU mostraram que as doses na população provocadas pelas radiações ionizantes são bem inferiores às estimativas anteriores realizadas pela CIPR o que veio fortalecer o sistema de proteção implantado.

Consideramos uma falta da publicação n° 9 com relação à exposição interna e portanto, mesmo com os avanços nos conhecimentos dos efeitos biológicos a publicação n° 2 que trata de exposições internas não foi modificada e continua válida. Com relação às exposições medicas a nossa principal conclusão é que se tivessem consultado a publicação 1 teriam informado se as situações de exposição se mantiveram ou foi alterado por um número maior de exames envolvendo a radiação ionizante ou por melhoria nos procedimentos relativos aos exames.

5.3 Princípios Gerais para Radioproteção Operacional

Com este título iremos acompanhar o capítulo D intitulado “Princípios Gerais com Relação às Irradiações de Trabalho” da publicação n° 1 com o capítulo D intitulado: “Princípios Gerais para a Radioproteção Operacional” da publicação ° 9.

Sob este título são examinados vários assuntos por ambas as publicações com níveis de detalhamento diferentes. Começaremos com as responsabilidades.

A publicação n° 1 é mais detalhista da publicação n° 9. Ambas definem as responsabilidades da autoridade do estabelecimento ou da operação mas enquanto a publicação 9 informa que a autoridade deve identificar uma pessoa tecnicamente competente para aconselhar sobre todos os aspectos de radioproteção, a publicação 1 define o oficial de radioproteção e o especialista qualificado.

Com relação aos levantamentos radiométricos, também, a publicação 1 é mais detalhista quanto aos relativos à área de trabalho e à individual, mas peca na ambiental que nem se quer é citada. Também no monitoramento individual é mais detalhista mas

para o monitoramento da exposição interna cita somente o contador de corpo inteiro e esquece as medidas indiretas in vitro o que não ocorre com a publicação nº 9.

Com relação ao controle sanitário dos trabalhadores a publicação 1 é muito mais detalhista quanto aos exames pré-emprego e rotineiros durante o emprego e após. Entre outros exames aconselha o de sangue e o justifica, bem como o oftalmológico, o que não ocorre na publicação 9.

Com relação aos assentamentos das doses ocorre o contrário, a publicação 9 é mais detalhista e especifica aquelas que devem ser registradas.

Por outro lado a publicação nº 1 especifica que em caso de perigo por radiação devem existir instrumentos de aviso e a publicação nº 9 não entra no mérito.

Porém a publicação nº 9 informa que em virtude dos atuais limites máximos permissíveis não deve ser realizado nenhum tratamento específico em relação as horas de trabalho ou à duração das férias.

A publicação nº 9 discute também a proteção do público informando que a instalação que pode causar contaminação do meio ambiente deve obedecer os limites do público e no caso que o ambiente possa oferecer alterações com relação aos perigos da radiação deverão ser realizados levantamentos radiométricos obedecendo um guia das autoridades nacionais.

5.3.1 Discussão dos Resultados

O interessante destas duas publicações é que os assuntos tratados em ambas, a não ser nos assentamentos a publicação 1 é mais completa e esclarecedora da publicação número 9.

Outro assunto que julgamos importante é que, quase sempre são necessários para detectar situações anormais no trabalho, instrumentos de alerta, não mencionados na publicação 9.

Apesar de tudo isto, a publicação 9 foi mais clara e completa no assentamento das doses e mostrou um avanço técnico discutindo as horas de trabalho e o período de férias bem como a proteção do público recomendando em alguns casos os levantamentos de radiação ionizante no meio ambiente.

5.3.2 Conclusões

É uma surpresa que os mesmos assuntos tratados nas duas publicações mostraram que se encontra melhor desenvolvido e claro na publicação antiga apesar dos avanços científicos ocorridos a não ser nos assentamentos das doses.

Outra surpresa é a publicação n° 9 não mencionar os instrumentos de alerta que são imprescindíveis para detectar desvios das situações normais de trabalho.

As únicas vantagens que consideramos um avanço é recomendar os levantamentos radiométricos para a proteção dos indivíduos do público e do meio ambiente bem como tratar das horas de trabalho e do período de férias.

5.4 Níveis de Ação para Exposição a Fontes Incontroláveis

Este assunto só foi tratado na publicação n° 9 e portanto faremos um pequeno resumo dos assuntos tratados.

Sob o título "Geral" informa que se uma fonte se encontra fora do controle como no caso de um acidente no reator ou após explosões de artefatos nucleares as contramedidas serão apropriadas quando seu risco e custo social forem menores do que aqueles resultantes da exposição. No nível operacional deve existir um plano de emergência que informe os valores das doses para as quais devem ser consideradas as várias contramedidas.

Sob o título: "Exposições Anormais de Trabalhadores", elas são divididas em voluntárias, caso das emergências e involuntárias, caso das exposições acidentais. Estas duas situações são tratadas separadamente.

Em operações de emergência são aceitos valores de doses superiores àqueles recomendados para as situações especiais planejadas. Elas devem ser justificadas pelos riscos aos indivíduos, pela prevenção da exposição de um grande número de pessoas ou pelo salvamento de uma instalação valiosa. Não é possível estipular valores limites.

As exposições acidentais com valores superiores aos limites recomendados para as práticas normais, diferem das exposições de emergência por serem incontrolláveis e imprevisíveis. As doses acidentais devem ser registradas e distinguidas das doses normais. Trabalhadores que receberam doses superiores a 2 vezes os limites anuais máximos permissíveis devem ser encaminhados ao serviço médico especializado.

Sob o título de “Exposição Anormal de Populações” a CIPR informa que é impossível formular recomendações para os níveis de ação que seriam aplicáveis universalmente. Em virtude disto sugere dar atenção aos trabalhos da “United Kingdom Medical Research” e do “Federal Radiation Council of United States” e os cita. Porém sugere que doses previsíveis acima de 100 rads sempre invocam uma ação protetora. Fornece algumas ações básicas.

5.4.1 Discussão dos Resultados

Este capítulo é sem dúvida muito importante por tratar pela primeira vez das situações de trabalho anormais e separa-las em emergência e acidentais, definindo-as claramente e apresentando suas principais características. Recomenda, também, um plano de emergência pré-estabelecido para introduzir as várias contramedidas. Também foram muito importante as justificativas para as operações de emergência.

Outro fato importante é que discute as exposições anormais de populações e sugere atender os trabalhos pertinentes formulados por duas organizações, uma inglesa e outra americana.

Informa ainda que no caso de exposição de populações devem ser invocadas ações remediadoras em doses previsíveis acima de 100 rads.

5.4.2 Conclusões

A grande importância deste capítulo é que lançou pela primeira vez as bases de proteção para situações anormais tanto de emergência como de acidente tanto para trabalhadores como para a população e que para este último estabeleceu um valor de dose que obrigatoriamente exige ações remediadoras. O seu valor corresponde exatamente ao limiar de dose para os efeitos somáticos dos órgãos do corpo mais sensíveis aos efeitos da radiação.

5.5 Comparação entre o número de artigos de cada capítulo das publicações 1 da CIPR e 9 da CIPR

Na tabela 1 expusemos a situação das diferenças no número de artigos entre as duas publicações.

Capítulo	Número de Artigos	
	CIPR 1	CIPR 9
A. Exame Preparatório	22	NE*
B. Conceitos Básicos – A. Princípios Básicos	22	51
C. Doses Máximas Permissíveis – B. Limitação das Doses	26	44
D. Princípios Gerais (para ambas)	16	19
C. Níveis de ação	NE	11
Total	86	125

Tabela 1: Diferenças encontradas entre os artigos da Comissão Internacional de Proteção Radiológica (CIPR)

*NE – Não Existe o Capítulo

Nota: O artigo 75 da publicação 1 não existe e por isso a numeração chega a 87

5.5.1 Discussão

É normal que na publicação 9 não exista o capítulo preparatório uma vez que ele compara e justifica os novos limites de dose com os anteriormente adotados. Esta

alteração não existe entre as duas publicações. Com relação aos níveis de ação acreditamos que o grupo de estudo que confeccionou a primeira publicação deixou o tema escapar.

5.5.2 Conclusões

Em princípio, nos nove anos de defasagem entre as duas publicações os conhecimentos a respeito dos efeitos biológicos, uteis para o sistema de limitação de dose aumentaram cerca de 50% do que já se conhecia.

6. COMPARAÇÃO ENTRE CIPR NÚMERO 9 CONTRA OIEA NÚMERO 9

6.1. Princípios Básicos

Os objetivos de radioproteção são discutidos no capítulo “A. Princípios Básicos das Recomendações da CIPR” na publicação número 9 da Comissão Internacional de Proteção Radiológica. Na publicação do Organismo Internacional de Energia Atômica os objetivos da radioproteção são discutidos no capítulo “2. Escopo”, que serão tratados a seguir:

6.1.1 Objetivo da Proteção Radiológica

A publicação nº 9 da CIPR informa que os objetivos são evitar os efeitos agudos da radiação e limitar os riscos dos efeitos tardios em um valor aceitável. Informa ainda que os efeitos da radiação são chamados de somáticos se eles se manifestam nos indivíduos expostos e hereditários se eles se manifestam nos descendentes. A publicação nº 9 do OIEA informa que seus padrões se aplicam à produção, processamento, manuseio, uso, armazenagem, transporte e deposição de materiais radioativos naturais e artificialmente produzidos e ainda ao uso e operação de outras fontes de radiação. As precipitações resultantes de testes com bombas nucleares são excluídas destes padrões. Os padrões se aplicam aos trabalhadores, membros individuais da população e a população como um todo, conforme definição da autoridade competente.

6.1.1.1 Discussão dos Resultados

Pelas duas definições vê-se que são completamente diferentes. A CIPR, por justificar os valores e as exigências apresentadas em suas recomendações se baseia em uma filosofia de efeitos biológicos e portanto o objetivo são estes efeitos que justificam as suas recomendações. Já o OIEA, por convenio com a CIPR aceita a filosofia dela e não a trata em suas recomendações, sendo assim, concluímos que o seu objetivo é definir em que situações se aplicam esta filosofia.

6.1.1.2 Conclusões

Julgamos que os objetivos enunciados pelas duas organizações estão corretos e espelham exatamente ao que elas se propõem. cremos ainda que, a CIPR se equivoca quando define os efeitos hereditários em não colocá-los explicitamente nos objetivos.

6.1.2 Órgãos e Tecidos Críticos

A publicação 9 informa que no caso da irradiação uniforme do corpo inteiro os tecidos críticos são os órgãos formadores do sangue, as gônadas e o cristalino e os efeitos no feto para as mulheres grávidas. Também diz que para as doses internas deve ser considerado como órgão crítico aquele que fornece o maior dano ao corpo e que deve ser usada a dose média sobre ele. A dose média não é válida para uma distribuição extremamente heterogênea e como exemplo fornece a irradiação da pele que deve ser considerada a área que recebe a maior dose mediada sobre 1 cm². Já a publicação do OIEA não aborda este assunto.

6.1.2.1 Discussão dos Resultados

Enquanto que a publicação da CIPR é bastante explícita nos órgãos a serem considerados na exposição interna o OIEA não comenta o assunto que consideramos importante, tornando obrigatório ao interessado no assunto consultar a CIPR.

6.1.2.2 Conclusões

A CIPR vem evoluindo em suas publicações, aprofundando seus estudos quando alguns assuntos primordiais ainda carecem de pesquisa, como no caso dos órgãos críticos, que a CIPR passou a dar importância para as doses internas do corpo tendo em vista seu risco. Mas o OIEA não discorre sobre o assunto, apesar de estes mesmos órgãos serem tratados de maneira especial em sua publicação como veremos no capítulo que trata da limitação de dose. Acreditamos que se, o OIEA, adota os mesmos órgãos

críticos da CIPR, deveria ao menos dedicar um artigo para tratar do assunto das definições.

6.1.3. Fontes de Exposição Controláveis e Incontroláveis

Os assuntos aqui expostos só são tratados na publicação 9 da CIPR, que nos diz o seguinte:

A) Controláveis

Ainda que não se tenha uma relação entre dose- risco, os limites devem estar baseados nos riscos à saúde dos indivíduos, neste caso a CIPR nº 9 informa:

- (c) Para os limites do trabalhador – os riscos das exposições não excedem aqueles que são aceitos na maioria das instituições industriais e científicas com um elevado padrão de segurança.
- (d) Para os limites do público – os riscos devem ser menores ou iguais aos demais riscos regularmente aceitos em sua vida diária e devem ser justificados em termos de benefícios que de outro modo não seriam recebidos.

Novamente o OIEA não trata desde tema

6.1.3.1. Discussão dos Resultados

Como ainda não existe uma relação risco-dose resolveram comparar os riscos por morte entre as instituições industriais e científicas com aquelas produzidas pela radiação ionizante. Com isto, a CIPR alega que a radiação ionizante torna-se mais seguras do que as demais instituições usadas na comparação, uma vez que danos incapacitando o trabalhador e mantê-lo vivo são muito menores no uso das radiações ionizantes do que nas demais atividades.

6.1.3.2 Conclusão

Foi em virtude desta comparação dos riscos para os trabalhadores e para o público que se chegou à conclusão que o trabalho em presença de radiação é mais seguro do que as demais atividades humanas.

Cremos que, novamente, o OIEA por não tratar da filosofia para o estabelecimento dos limites e aceitar aquela da CIPR se omitiu e forneceu unicamente os valores dos limites.

B) Incontroláveis

Neste contexto a CIPR informa que o principal assunto é estabelecer quais são as ações remediadoras disponíveis para limitar a exposição e aumentar a chance de recuperação. O risco ou custo social para qualquer ação remediadora deve ser justificado pela redução do risco, mas ainda não é possível recomendar nível de ação.

6.1.3.3. Discussão dos Resultados

Vê-se que realmente o assunto encontra-se em seu começo e ainda que se conheçam as ações remediadoras o risco ou o custo social é tratado de maneira qualitativa com grande influência do público afetado e/ou interessado.

6.1.3.4. Conclusão

Aqui foi colocado o embrião que no futuro o CIPR informa que as ações devem ser condizentes com as expectativas dos indivíduos do público afetado.

6.2 Limitação da Dose

Este assunto é tratado no capítulo B. da CIPR e capítulo 3. Do OIEA que carregam o título “Limitação das Doses para Exposições Controláveis” e será abordado a seguir:

6.2.1 Trabalhadores

A publicação nº 9 nos diz que em situação de emergência o limite de dose dos trabalhadores para o corpo inteiro foi diminuído de 12 rems para 2 vezes o limite anual, isto é, 10 rems.

Já o OIEA número 9 informa que:

Desde que, a dose total no decorrer de um ano não exceda a Dose Máxima Permissível já estabelecida, um trabalhador pode receber em um trimestre uma dose de corpo inteiro, gônadas e medula óssea que não exceda 3 rems. Esta dose de 3 rems pode ser recebida como dose única dentro de um semestre, mas isso deve ser evitado assim como praticável.

6.2.1.1 Discussão dos Resultados

A CIPR não justifica a diminuição dos limites situações de emergência de 12 rems para 10 rems.

A dose total no decorrer de um ano não deve exceder 5 rems, porém o trabalhador pode receber em um trimestre a dose única de até 3 rems.

6.2.1.2 Conclusões

Acreditamos que a diminuição dos limites de emergência, realizado pela CIPR, não se justifica, pois vai contra a equação da idade evocada em muitas situações. E que

receber uma dose única de 3 rems é aceitável, mas aquele trabalhador deve ser monitorado durante o restante do ano para que não extrapole o limite Máximo permitido no ano.

6.2.2 Indivíduo do Público

A publicação 9 da CIPR é mais extensa a respeito dos indivíduos do público o que aquela do OIEA, fornecendo as seguintes informações omitidas pelo do OIEA:

- Crianças em idades inferiores aos 16 anos tem seu limite anual de dose diminuído para 1,5 rem/ano em vez de 3 rem/ano.
- Define grupo crítico para os indivíduos do público e informa que os limites de dose se aplicam a ele.
- Exames médicos em mulheres com capacidade de reprodução, envolvendo radiação ionizante, devem ser realizados, na medida do possível, nos primeiros 10 dias após o começo da menstruação.

6.2.2.1 Discussão dos Resultados

A CIPR descreve os limites de dose para a criança menor de 16 anos, ainda fornece recomendações à mulher com capacidade de reprodução solicitando exames médicos controlados, coisas que o OIEA não menciona.

6.2.2.2 Conclusões

Acreditamos que o OIEA não tratou o tema com a devida importância, deixando de lado recomendações muito pertinentes.

Consideramos também um equívoco por parte do OIEA se omitir de forma, dentre os indivíduos do público, a que grupos os limites se aplicam. Outro fato importante é que com o estabelecimento do limite para menores de 16 anos a CIPR

admite que menores de 16 anos podem ser treinados nas aplicações das radiações ionizantes. Outro tema não mencionado nas publicações subsequente e continua até hoje é o fato das mulheres com capacidade de reprodução que após os 10 primeiros dias desde o começo da menstruação devem ser evitados exames clínicos com radiação ionizante preservando o óvulo se for fecundado.

6.2.3 População

A publicação nº 9 da CIPR informa que de acordo com as publicações de 1958, 1962 e 1964 do Comitê Científico sobre os Efeitos das Radiações Atômicas das Nações Unidas os principais contribuidores para a dose genética são:

- Doses para a população como um todo resultante das fontes: 0,06 rem mais 0,08 rem resultante dos fragmentos das bombas atômicas, totalizando 1,4 rem.
- Doses de exposições médicas: média 1,0 rem.
- Doses de todas as fontes artificiais incluindo trabalhos menores do que 0,2 rem.
- Total: 1,34 rem/geração

6.2.3.1 Discussão dos Resultados

A CIPR nos dá os limites de dose para a população como um todo, nos dá as doses de exposições médicas e as de fontes artificiais, baseando-se no Comitê Científico sobre os Efeitos das Radiações Atômicas das Nações Unidas, nos mostrando quão ínfima é a exposição total da população, 1,34 rem/geração.

O OIEA nada diz a respeito.

6.2.3.2 Conclusões

Fazer uma análise das doses recebida pela população como um todo nos mostra que o limite de dose por geração poderia ser diminuído pela metade, e ainda sim a população estaria bem abaixo do limite.

Acreditamos que o OIEA não tratou o assunto por considerá-lo ligado à filosofia dos limites, isto é, justifica o limite adotado de 5 mSv/geração, considerando que no futuro haveria uma enorme exposição nas aplicações das radiações ionizantes para fins pacíficos.

6.3 Princípios Gerais para Radioproteção Operacional

Este assunto é discutido no capítulo D da publicação n° 9 da CIPR intitulado “Princípios Gerais Para a Operação da Proteção Radiológica” e no capítulo 5. Do OIEA com o nome de “Princípios Fundamentais de Operação”

6.3.1 Geral

Sob o título “Princípios Gerais para Radioproteção Operacional” são examinados vários assuntos por ambas as publicações com níveis de detalhamento diferentes. Começaremos com as responsabilidades.

Com relação aos levantamentos radiométrico o OIEA é muito objetivo, dizendo que deve-se registrar todas as atividades envolvendo produção, processamento, manipulação, uso, armazenamento, transporte e disposição de material radioativo produzido natura e artificialmente, e para o uso e operação de outras fontes de radiação. E que doses superiores as estabelecidas devem ser reportadas a autoridade competente

Com relação ao controle sanitário dos trabalhadores, o OIEA indica quais os trabalhadores que podem prestar serviço em um estabelecimento que utiliza radiação e também que o estabelecimento dê assistência médica aos trabalhadores.

Com relação aos assentamentos das doses, a publicação 9 da CIPR especifica aquelas que devem ser registradas. O OIEA define que deve-se manter os registros das assistências e do monitoramento das áreas controladas.

A publicação n° 9 informa que em virtude dos atuais limites máximos permissíveis não deve ser realizado nenhum tratamento específico em relação as horas de trabalho ou à duração das férias.

O OIEA define recomendações nos cuidados com o rejeito radioativo com aprovação prévia e autorização.

6.3.1.1 Discussão dos Resultados

Neste capítulo fica evidente a dedicação do OIEA, que discorre o assunto em muitos artigos, sendo objetivo, como no caso de definir as atividades em que se deve fazer o registro das doses. Coisa que não era vista nas publicações anteriores da CIPR.

O OIEA deixa claro quais os trabalhadores que podem prestar serviço em um estabelecimento que utiliza radiação e também que o estabelecimento dê assistência médica aos trabalhadores. A CIPR não é tão clara, tanto que durante a leitura de um de seus artigos fica implícito que ela autoriza que menores de 16 anos recebam treinamento e trabalhem em áreas radiativas.

A CIPR especifica, com relação aos assentamentos das doses, quais devem ser registradas, já o OIEA informa que deve-se manter os registros das assistências e do monitoramento das áreas controladas. Este último também nos diz que em virtude dos atuais limites máximos permissíveis não deve ser realizado nenhum tratamento específico em relação as horas de trabalho ou à duração das férias.

O OIEA define recomendações nos cuidados com o rejeito radioativo com aprovação prévia e autorização, a CIPR não entra no mérito

6.3.1.2 Conclusões

Fica evidente neste capítulo que o foco do OIEA foi tratar dos princípios básicos de operação, em virtude das inúmeras informações inéditas que provem delas. Mas, quando o assunto é identificar a quantidade de profissionais de radioproteção no estabelecimento ele não entra no assunto.

A CIPR que focou no desenvolvimento da filosofia do sistema de limitação de dose e nas limitações da dose e não se aprofunda como o desejado no que diz respeito aos princípios gerais de operação.

6.3.2. Notificação, Registro e Licença

A seguir mostraremos as informações contidas apenas no OIEA:

De acordo com o OIEA n° 9, as operações de produção, processamento, manuseio, uso, armazenagem, transporte e deposição de materiais radioativos naturais e artificialmente produzidos e ainda o uso e operação de outras fontes de radiação devem ser notificadas ou registradas pela autoridade competente e se necessário licenciada por ela.

Ao ser feita a modificação ou ao pedir o registro ou licenciamento, deverá ser providenciada toda a informação que a autoridade competente considerar necessária para avaliar o risco à saúde.

Na medida em que a operação não está sujeita a regulações especiais garantidas pela autoridade competente, tal autoridade avaliará, usando os serviços de peritos qualificados, os riscos à saúde envolvidos, levando em consideração os elementos necessários, tais como a localização da instalação e os fatores demográficos, geológicos, hidrológicos, agrícolas e meteorológicos e prescreverá qualquer medida necessária a ser tomada a respeito da operação. Se satisfaz que a dose de radiação sejam triviais, a autoridade competente não deverá aplicar os requerimentos mencionados anteriormente para tais operações e itens da seguinte forma:

- 1 – operações que não envolvam o uso de substâncias radioativas que têm atividades totais em excesso ou a mais;
- 2 – operações que não envolvam o uso de substâncias radioativas em uma concentração eu exceder 0,002 micro Ci por grama ou substâncias radioativas naturais sólidas a uma concentração excedendo o 0,01 micro Ci por grama;
- 3 – o uso de aparatos nos quais a taxa de dose em qualquer ponto externo situado a uma distância de 0,1 metros da superfície do aparato não excedam 0,1 m REM / hora; vazamento de qualquer substância radioativa presente deve ser efetivamente vigiada e o tipo do aparato deve ser aprovado pela autoridade competente;
- 4 – o uso de equipamento no qual os eletros sejam acelerados a uma energia que não excedam os 5 KeV;
- 5 – o uso de circuito de televisão nos quais a taxa de dose a qualquer ponto de acessibilidade a 5 cm da superfície do circuito não excedam 0,5 mili REM/hora condições normais de trabalho

A isenção permitida pelo artigo anterior não aplicará a:

- 1 – O uso de radionuclídeos para propósitos médicos
- 2 – Adição intencional de radionuclídeos a fontes alimentares, fertilizantes produtos farmacêuticos, cosméticos, e brinquedos. Para estes usos de radionuclídeos se requer autorização previa pela autoridade competente; autoridade competente deverá exigir que nenhuma exposição indevida resulte da aplicação proposta.

6.3.2.1 Discussão dos Resultados

A publicação da CIPR trata da proteção das três categorias de pessoas a saber: trabalhador, individuo do público e a população em geral e fornece recomendações para tanto, mas se omite a informar que as autoridades competentes de cada pais devem impor um sistema de notificação da presença de material radioativo e a autoridade competente do governo deve possuir um sistema de registro destas notificações e em

casos especiais fornecer uma licença bem como deve possuir um sistema de inspeção e intervenção para as notificações que foram registradas e/ou licenciadas. O OIEA discute amplamente o assunto e informa algumas atividades que não necessitam de notificação e as que fazem exceção a esta isenção.

6.3.2.2 Conclusões

Neste capítulo encontramos outro grande avanço nas recomendações do OIEA, o que até então era algo bem imaturo, a ideia de especificar as atividades a serem registradas toma uma forma mais distinta e o papel da autoridade competente fica cada vez mais claro. Isso é algo positivo que se não for trabalhado de forma correta pode se tornar um problema.

A CIPR é pouco clara neste aspecto, o que dificulta o bom entendimento de suas normas. cremos também que houve um esquecimento por parte da CIPR.

6.3.3 Vigilância Física

O OIEA n° 9 estabelece a vigilância física para determinar as precauções a serem da seguinte maneira:

- (a) Exame e controle das medidas de proteção para instalações, métodos de trabalho e instrumentos;
- (b) Levantamentos e monitoramentos;
- (c) Estabelecimento das áreas controladas e sinalizadas (trifólio)
- (d) Avaliação das doses recebidas por radiação interna/externa em áreas controladas

A CIPR 9 se manifesta neste tema unicamente para concordar com o OIEA 9 a respeito de que devem ser estabelecidas as áreas controladas e que essas áreas são locais onde os indivíduos possam receber 3/10 da dose anual máxima permissível. Mas o OIEA vai mais além, dizendo ainda que algumas áreas devem ser marcadas com um sinal de aviso colocado apropriadamente na entrada, em seguida ele dá as

recomendações de como deve ser o símbolo da radiação ionizante, e suas medidas. Nos demais assuntos a CIPR é pouco descritiva.

6.3.3.1 Discussão dos Resultados

O OIEA mostra uma elaboração sofisticada pela primeira vez com relação à vigilância física, dividindo as precauções a serem tomadas em quatro partes, sendo que a CIPR se manifesta em apenas uma delas.

Com relação à vigilância física a CIPR pouco diz a respeito, uma vez que só determina as áreas controladas ao contrário do OIEA que especifica adequadamente com bastante detalhes este assunto que é de extrema importância principalmente para evitar situações anormais de trabalho.

6.3.3.2 Conclusões

O OIEA nos traz o conhecimento do símbolo oficial da radiação, embora ele não nos informe a origem deste símbolo. Ele também divide a vigilância física em várias tarefas a serem executadas, o que facilita muito na organização dela. A CIPR não se aprofunda neste assunto, sugerindo apenas a área controlada.

6.4 Níveis de Ação para Exposição à Fontes Incontroláveis

Este assunto só é tratado na publicação nº 9 e na CIPR no Capítulo 4 intitulado “Doses de radiação e Ingestão de Materiais Radioativos Doses de Exposições Interna e Externa” faremos um pequeno resumo dos assuntos tratados.

Sob o título “Geral” a CIPR informa que se uma fonte se encontra fora do controle como no caso de um acidente no reator ou após explosões de artefatos nucleares as contramedidas serão apropriadas quando seu risco e custo social forem menores do que aqueles resultantes da exposição. No nível operacional deve existir um

plano de emergência que informe os valores das doses para as quais devem ser consideradas as várias contramedidas.

Sob o título: “Exposições Anormais de Trabalhadores”, elas são divididas em voluntárias, caso das emergências e involuntárias, caso das exposições acidentais. Estas duas situações são tratadas separadamente.

Em operações de emergência são aceitos valores de doses superiores àqueles recomendados para as situações especiais planejadas. Elas devem ser justificadas pelos riscos aos indivíduos, pela prevenção da exposição de um grande número de pessoas ou pelo salvamento de uma instalação valiosa. Não é possível estipular valores limites.

As exposições acidentais com valores superiores aos limites recomendados para as práticas normais diferem das exposições de emergência por serem incontroláveis e imprevisíveis. As doses acidentais devem ser registradas e distinguidas das doses normais. Trabalhadores que receberam doses superiores a 2 vezes os limites anuais máximos permissíveis devem ser encaminhados ao serviço médico especializado.

Sob o título de “Exposição Anormal de Populações” a CIPR informa que é impossível formular recomendações para os níveis de ação que seriam aplicáveis universalmente. Em virtude disto sugere dar atenção aos trabalhos da “United Kingdom Medical Research” e do “Federal Radiation Council of United States” e os cita. Porém sugere que doses previsíveis acima de 100 rads sempre invocam uma ação protetora. Fornece algumas ações básicas.

O OIEA por sua vez trata das exposições normais interna e externa em condições de trabalho, de emergência e acidentais, enfatizando que as exposições acidentais diferem das emergenciais.

O OIEA também nos dá as tabelas IA e IC do anexo A para serem consultadas referentes às condições normais de trabalho.

6.4.1 Discussão dos Resultados

A CIPR aborda o tema de fontes fora do controle como no caso de um acidente no reator ou após explosões de artefatos nucleares e informa a respeito das contramedidas quando seu risco e custo social. O que não se encontra na CIPR.

Ainda a CIPR discorre sobre as Exposições Anormais de Trabalhadores, um assunto de suma importância que não é tratado no OIEA.

Sob o título de “Exposição Anormal de Populações” a CIPR informa que é impossível formular recomendações para os níveis de ação que seriam aplicáveis universalmente. Em virtude disto sugere dar atenção aos trabalhos da “United Kingdom Medical Research” e do “Federal Radiation Council of United States” e os cita. Porém sugere que doses previsíveis acima de 100 rads sempre invocam uma ação protetora. Fornece algumas ações básicas.

O OIEA por sua vez trata apenas das exposições normais interna e externa não dizendo nada a respeito das exposições anormais de trabalho

6.4.2 Conclusões

Neste capítulo fica evidente a dedicação da CIPR em discorrer sobre as condições normais e anormais de trabalho, para radiação interna e externa, enquanto o OIEA trata somente das condições normais de trabalho.

Como vem acontecendo durante as substituições das publicações as informações vão sendo perdidas, e quando o OIEA adota a filosofia da CIPR ele acaba deixando passar algumas informações que julgamos pertinentes.

6.5 Capítulos Tratados somente na Publicação do OIEA

A seguir discutiremos dois capítulos únicos, que são tratados apenas na publicação do OIEA, denominados “1. Termos Usados” e “Ingestão de Material Radioativo e Doses Internas e Externas de Exposição” respectivamente.

6.5.1 Glossário de Termos

Todo capítulo 1 da publicação do OIEA é dedicado a dar os significados de alguns termos abordados na publicação, como:

Radiação Ionizante; Fonte; Nuclídeo; Radioatividade; Radiotoxicidade; Radiação Externa; Radiação Interna; Radiação Natural; Área Controlada; Perito Qualificado; Autoridade Competente; Exposição de Emergência; Exposição Acidental; Dose Absorvida; Rad; Dose Equivalente; Compromisso de Dose; Dose Genética Anual Significativa; Curie; Densidade de fluxo de Nêutron;

6.5.1.1 Discussão dos Resultados

O OIEA em sua norma apresenta um glossário de termos que serão utilizados durante o seu texto, algo que não encontramos na CIPR nº 9, que só define alguns quando mencionados no texto em loco.

6.5.1.2 Conclusão

Acreditamos que dedicar um capítulo para os significados dos termos facilita muito a consulta dele, mas isso também significa que para entender as recomendações do OIEA é necessário ter um conhecimento prévio, o que não acontecia nas recomendações da CIPR, que quando necessário dava o significado do termo no decorrer do texto. Mas fica evidente que não estão listados todos os termos usados na publicação.

6.5.2 Ingestão de Material Radioativo e Doses Internas e Externas de Exposição

Todo capítulo 4 da publicação do OIEA referente a doses internas e externas de exposição e a ingestão e inalação de material radioativo, que são divididas entre trabalhadores e membros do público. Iniciaremos com as informações para os trabalhadores:

6.5.2.1 Trabalhadores

A exposição individual e o número de indivíduos expostos devem ser mantidos tão baixo quanto praticável. Se uma pessoa é exposta a ambos tipos (externa e interna) a combinação de ambas exposições devem ser consideradas.

Nos dá uma tabela no anexo A com limites para condição normal de trabalho.

Define limites de dose e como proceder no caso de uma exposição externa de emergência.

Exposição accidental externa é diferente de exposição externa de emergência, porém segue-se as mesmas recomendações da exposição da exposição de emergência.

Define os limites de exposição interna para condições normais de trabalho e indica a tabela IIA para os limites derivados e a tabela IIB do Anexo A

Não é possível estabelecer um limite de dose para a ingestão de material, porém há algumas indicações de como proceder no caso.

Tomada accidental interna difere de tomada emergencial, porém, seguem-se as mesmas recomendações.

6.5.2.2 Membros do Público

Explica como chegar ao conceito de limite de dose para o público e também nos esclarece o porquê de não se estabelecer um limite de exposição específica para o indivíduo do público.

Ele também nos Indica duas Tabelas (IIA e IIB) e o anexo B para ingestão e inalação de materiais radioativos

6.5.2.3 Resultados

Explica como chegar ao conceito de limite de dose para o público e também nos esclarece o porquê de não se estabelecer um limite de exposição específica para o indivíduo do público.

6.5.2.4 Conclusões

Acreditamos que todos os meios para se atingir um conceito deve ser explicado, pois somente assim entenderemos de forma verdadeira o conceito, bem como foi feito no caso do conceito de limite de dose para o público.

6.6 Comparação entre o número de artigos de cada capítulo das publicações 9 da CIPR e 9 do OIEA

Não foi possível confeccionar uma tabela comparando os artigos do OIEA com os artigos da CIPR, pois o OIEA numera os seus artigos de acordo com o número do capítulo e a CIPR segue numerando a quantidade de artigos, independentemente da mudança de capítulo.

7. COMPARAÇÃO ENTRE AS PUBLICAÇÕES 1, 2 E 9 DA CIPR E NÚMERO 9 DO OIEA CONTRA PUBLICAÇÃO 26 E 30 DA CIPR

A seguir confrontaremos as publicações 1, 2 e 9 da CIPR e 9 do OIEA edição de 1967, que seguem a Filosofia dos Limites Anuais Máximos Permissíveis (LAMP) com as publicações também da CIPR 26 e 30, que seguem a Filosofia Limites Anuais Máximos Admissíveis (LAMA).

7.1 Princípios Básicos

Os temas abordados a seguir: Objetivo da Radioproteção, Órgãos e Tecidos Críticos e Categorias de Exposição na publicação 1 encontram-se todos no capítulo 1 intitulado “Princípios Básicos”. Na publicação 26 eles se encontram em diversos capítulos: Objetivo da Radioproteção é o capítulo B, Órgãos e Tecidos Críticos encontram-se no capítulo D e Categorias de Exposição no capítulo E da publicação 26.

7.1.1 Objetivo da Radioproteção

Enquanto que na publicação 1 os objetivos da proteção são evitar ou minimizar os prejuízos somáticos e minimizar a deterioração da constituição genética da população, a publicação 26 é bem mais extensa neste assunto, dedicando a ele um capítulo, a seguir apresentaremos alguns pontos que julgamos imprescindíveis:

A publicação 26 considera importante a proteção das pessoas, seus descendentes e da humanidade como um todo. Ambas concordam que os efeitos prejudiciais contra os quais a proteção é necessária são conhecidos como somática e hereditário, que equivale ao genético.

Através da publicação 26 surge pela primeira vez os termos “efeito estocásticos”, definindo como aqueles para os quais a probabilidade de ocorrência de um efeito, em vez da sua gravidade, é considerado como uma função da dose, sem limite e efeitos “não estocásticos”, que são aqueles para os quais a gravidade do efeito varia com a dose, e para os quais, por conseguinte, pode ocorrer um limiar. Esta

publicação considera os efeitos hereditários como sendo estocásticos. Afirmar também que alguns efeitos somáticos são estocásticos. Ela ressalta que alguns efeitos somáticos não estocásticos são específicos para determinados tecidos, dando vários exemplos.

Na publicação número 26 o objetivo da proteção radiológica deve ser o de evitar efeitos não estocásticos prejudiciais e para limitar a probabilidade de efeitos estocásticos para níveis considerados aceitáveis. Um objetivo adicional é o de assegurar que as práticas que envolvam exposição a radiações seja justificadas.

Com a prevenção dos efeitos não estocásticos seria conseguido através da criação de limites de doses equivalentes a valores suficientemente baixos para que nenhuma dose limite seja alcançada, mesmo após a exposição para toda uma vida ou para o período total de vida útil. A limitação de efeitos estocásticos é alcançada, mantendo todas as exposições justificáveis tão baixo quanto é razoavelmente possível, os fatores econômicos e devem ser considerados, no entanto, a aplicação destes procedimentos nem sempre oferece uma proteção suficiente para o indivíduo. É necessário estabelecer limites de dose equivalente em situações em que os benefícios e malefícios não são recebidos pelos mesmos membros da população. Por estas razões a Comissão recomenda um sistema de limitação de dose, as principais características são as seguintes:

- a) Nenhuma prática será adotada a menos que a sua introdução produza um benefício líquido positivo;
- b) Todas as exposições devem ser mantidas tão baixas quanto fatores razoavelmente possível, incluindo fatores econômicos e sociais devem se levar em conta; e
- c) A dose equivalente para os indivíduos não deve exceder os limites recomendados para as circunstâncias adequadas por parte da Comissão.

Por fim a publicação 26 considera que embora o objetivo principal da proteção radiológica seja a realização e manutenção de condições adequadas de segurança para as atividades que envolvam a exposição humana, o nível de segurança necessário para a proteção de todos os indivíduos humanos pensado é provável que seja adequado para proteger outras espécies, embora membros não necessariamente individuais dessas espécies. A Comissão considera, portanto, que se o homem está devidamente protegido,

em seguida, outros seres vivos também são suscetíveis de ser suficientemente protegidos.

7.1.1.1 Discussão dos Resultados

Enquanto que na publicação 1 os objetivos da proteção são evitar ou minimizar os prejuízos somáticos e minimizar a deterioração da constituição genética da população. Na publicação numero 26 o objetivo da proteção radiológica deve ser o de evitar efeitos não estocásticos prejudiciais e para limitar a probabilidade de efeitos estocásticos para níveis considerados aceitáveis. Um objetivo adicional é o de assegurar que as práticas que envolvam exposição a radiações sejam justificadas.

7.1.1.2 Conclusão

Acreditamos que o fato de dedicar um capítulo inteiro para os objetivos da proteção radiológica proporcionou uma discussão mais ampla do tema, bem como um melhor entendimento do mesmo. O fato da CIPR 26 mencionar pela primeira vez os efeitos estocásticos e relacioná-los com os efeitos hereditários viabilizou um melhor entendimento dos termos.

Ambas concordam como objetivo da proteção radiológica que os efeitos hereditários, ou estocásticos, devem ser minimizados, porém a publicação n° 26 impõe o princípio da justificativa nas práticas da exposição à radiação.

7.1.2 Órgãos e tecidos Críticos

A publicação 1 informa que no caso da irradiação uniforme do corpo inteiro os tecidos críticos são os órgãos formadores do sangue, as gônadas e o cristalino e exclui a pele que era considerada nos relatórios anteriores.

A publicação 26 concorda com a definição de órgão crítico, nas recomendações anteriores, quando mais de um órgão do corpo é exposto, a irradiação do órgão ou tecido em particular pode ser de importância devido a sua sensibilidade à radiação ou o risco para a saúde caso ele apresente algum dano. Este tecido ou órgão é classificado como crítico. Limitações da dose foram determinadas pelo equivalente de dose para esse tecido ou órgão. O conceito do órgão crítico usado desta forma não permitiu o somatório do detrimento de acordo com a radiosensibilidade relativa dos tecidos irradiados. A Comissão recomenda agora um procedimento que leva em conta o risco total atribuível à exposição de todos os tecidos irradiados. Assim ela segue listando o risco em vários órgãos do corpo, tais quais: gônadas, medula óssea, osso, pulmão, tecido linfóide pulmonar, tireoide, mama, risco de câncer em outros tecidos, indução de tumor em doses moderadas, risco total estocástica de toda irradiação de corpo uniforme, cristalino, as crianças e os fetos, tecidos de baixa sensibilidade

7.1.2.1 Discussão dos Resultados

Em suas recomendações anteriores, ela afirmou que quando mais de um órgão do corpo é exposto, a irradiação do órgão ou tecido em particular pode ser de importância devido a sua sensibilidade à radiação ou o risco para a saúde caso ele apresente algum dano. Este tecido ou órgão é classificado como crítico. Limitações da dose foram determinadas pelo equivalente de dose para esse tecido ou órgão. O conceito do órgão crítico usado desta forma não permitiu o somatório do detrimento de acordo com a radiosensibilidade relativa dos tecidos irradiados. A Comissão recomenda agora um procedimento que leva em conta o risco total atribuível à exposição de todos os tecidos irradiados. O que possibilitou uma ampla seleção de órgãos considerados críticos.

7.1.2.2 Conclusão

A inclusão do Risco para determinar a criticalidade do órgão surgiu junto com a mudança da filosofia dos LAMPs para os LAMAs foi necessário alterar também uma grande quantidade de conceitos, já que basear seus limites de dose no limiar sem linear

pareceu ineficaz, começou-se a basear os limites de dose no equivalente dose, que por sua vez permitiu levar em conta o risco do órgão ou tecido para determinar a sua criticalidade.

7.1.3 Categorias de Exposição

Nas recomendações da publicação 1 existem três grupos de indivíduos a saber:

- (a) Trabalhadores regularmente expostos à radiação
- (b) Trabalhadores ocasionalmente expostos a radiação
- (c) Membros do público

Nas recomendações da publicação 26 existem três categorias a saber:

- 1 Exposição de pessoas no decorrer de seu trabalho
- 2 Exposição de pessoas devido a exames ou tratamentos médicos
- 3 Outras exposições de indivíduos

7.1.3.1 Discussão dos Resultados

Com mudança de filosofias, veio a mudança das categorias, sendo que na publicação 26 as três categorias são: Ocupacional, Médica e do Público, estas três categorias até os dias de hoje são contempladas, pois elas possibilitam um melhor funcionamento do sistema de limitação de dose da proteção radiológica.

7.1.3.2 Conclusão

Aqui se nota uma porção da diferença entre as duas filosofias, mudança esta que foi bem vinda e muito bem colocada, sendo até hoje utilizada.

Simplificar em uma categoria de exposição a dos trabalhadores possibilitou um melhor entendimento do mesmo, a adição da categoria de exposição médica por sua vez inclui nas recomendações as exposições médicas que até a mudança de filosofia na publicação nº 22, o que obrigou a controlar as exposições neste campo através dos princípios de justificação e otimização.

7.2. Limitação da Dose

Agora passaremos a comparar o capítulo C intitulado: “Doses Máximas Permissíveis” da publicação nº 1 com o capítulo “E. Sistema de Limitação de Dose” da publicação nº 26, que serão discutidas a seguir:

7.2.1 Trabalhadores

A Publicação nº 1 informa que em caso de acidentes com doses superiores a 25 rem os trabalhadores serão encaminhados ao serviço médico e o médico decidirá se poderá continuar trabalhando. Em qualquer caso se a dose acumulada for superior ao valor da fórmula $5(N-18)$, em que N é a idade do radioacidentado, o seu limite subsequente deverá ser diminuído para que os valores seguintes satisfaça a equação.

Em caso de situação de emergência o trabalhador poderá acumular até 12 rem de dose de corpo inteiro. No caso desta dose exceder o permitido pela equação da idade o seu limite subsequente será diminuído para que em 5 anos satisfaça a equação.

As mulheres em idade de reprodução não podem participar de situações de emergência.

Na publicação 26, os limites para os trabalhadores são os limites de dose equivalente, que estão baseados no risco. Os limites de dose equivalente recomendado pela Comissão para a exposição ocupacional estão em vigor há mais de 20 anos. Tendo em vista a ênfase que a Comissão atribui às estimativas de risco, considera apropriado avaliar os níveis de risco que estão associados com os seus limites de dose equivalente. A Comissão considera que no futuro previsível um método válido para julgar a aceitabilidade do nível de risco no trabalho radiação é comparando este risco com a de

outras profissões reconhecidas como tendo elevados padrões de segurança, que são geralmente considerados como sendo aqueles em que a mortalidade média anual, devido a riscos ocupacionais não exceda 10^{-4} .

As recomendações da publicação 26 da Comissão destinam-se a prevenir os efeitos não estocásticos e limitar a ocorrência de efeitos estocásticos para um nível aceitável. A Comissão considera que os efeitos não estocásticos será impedido pela aplicação de um limite de dose equivalente de 0,5 Sv (50 rem) por ano para todos os tecidos exceto a lente, para o qual a Comissão recomenda um limite de 0,3 Sv (30 reais) em um ano. Esses limites se aplicam independentemente de os tecidos serem expostos isoladamente ou em conjunto com outros órgãos, e eles têm a intenção de restringir qualquer exposição que cumpre a limitação de efeitos estocásticos.

Para efeitos estocásticos a limitação dose recomendada da Comissão baseia-se no princípio de que o risco deve ser igual se o corpo inteiro é irradiada uniformemente ou se existe a irradiação não uniforme. Esta condição será cumprida se, onde, w_T é um fator de ponderação que representa a proporção do risco estocástico resultante de tecido (T) para o risco total, quando todo o corpo é irradiada uniformemente, H_T é a dose anual equivalente em tecido (T), $H_{wb, L}$ é o limite de dose equivalente anual recomendado para irradiação uniforme de todo o corpo, ou seja, 50 mSv (5 rem).

Em mulheres com capacidade de reprodução que estejam ocupacionalmente expostas dentro dos limites estipulados é improvável que o feto receba mais de 5mSv durante os dois primeiros meses de gravidez.

7.2.1.1 Discussão dos Resultados

A Publicação n° 1 nos traz o limite de dose no caso de acidentes com doses superiores a 25 rem, e segue deixando evidente assistência médica no caso citado, e novamente invoca a formula 5 (N-18) para decidir se é o caso de afastamento do trabalhador. Também nos traz o limite acumulado de 12 rems para o trabalhador no caso de situação de emergência, assunto até o momento não abordado.

As mulheres em idade de reprodução não podem participar de situações de emergência.

As recomendações da publicação 26 da CIPR destinam-se a prevenir os efeitos não estocásticos e limitar a ocorrência de efeitos estocásticos para um nível aceitável. Em mulheres com capacidade de reprodução que estejam ocupacionalmente expostas dentro dos limites estipulados é improvável que o feto receba mais de 5mSv durante os dois primeiros meses de gravidez.

7.2.1.2 Conclusões

Creemos que é de suma importância isentar as mulheres em idade de reprodução de participar de situações de emergência, pois assim garantiria a integridade do óvulo para ser fecundado.

Este é mais um caso onde as duas publicações da CIPR 1 e 26 acabam se completando.

7.2.2 Indivíduo do Público

A publicação 1 informa que se vários órgãos ou tecidos forem irradiados os seus limites serão diminuídos para o valor dos órgãos críticos do corpo inteiro, mas não fornece o número de órgãos envolvidos como faz com os trabalhadores. A publicação 9 se omite de tratar sobre o assunto.

A publicação 26 informa que riscos de radiação são uma fração muito pequena do número total dos riscos ambientais a que estão expostos os membros do público. O nível aceitável de risco para fenômenos estocásticos para os membros do público em geral pode ser inferida a partir de consideração dos riscos que um indivíduo pode modificar para apenas um pequeno grau e que, como a segurança de radiação, pode ser regulamentada por portaria nacional. Um exemplo de tais riscos é o de usar o transporte público. A partir de uma revisão das informações disponíveis relativas aos riscos regularmente aceitos na vida cotidiana, pode-se concluir que o nível de aceitabilidade

para os riscos fatais para o público em geral é uma ordem de magnitude menor do que para os riscos ocupacionais. Nesta base, um risco na faixa de 10^{-6} a 10^{-5} por ano seria provável que seja aceitável para qualquer membro individual do público.

7.2.2.1 Discussão dos Resultados

A publicação 1 aborda um tema já não mais discutido nas publicações anteriores: se vários órgãos ou tecidos forem irradiados os seus limites serão diminuídos para o valor dos órgãos críticos do corpo inteiro. Ainda que esta informação necessite ser complementada como foi feito com os trabalhadores é um assunto muito pertinente.

Na publicação 26 encontramos uma informação completamente nova a respeito dos riscos ambientais para o membro do público informando ainda que o nível de aceitabilidade para os riscos fatais para o público em geral é uma ordem de magnitude menor do que para os riscos ocupacionais.

7.2.2.2 Conclusões

Claramente a publicação de número 1 da CIPR aborda alguns temas que hoje não mais são mencionados, bem como a evolução de suas publicações nos trazem maior esclarecimento sobre novos assuntos, porém, não fica claro o motivo de tais abandonos de temas não nos deixando outra opção senão realizar consultas em publicações consideradas obsoletas, tornando as novas publicações falsas atualizações.

7.2.3 População

Por fim passaremos a verificar as diferenças entre as duas publicações para a exposição da população.

A publicação n° 1 informa que a dose geneticamente significativa médica de 5 rem/30 anos, uma geração, engloba todos os grupos de indivíduos, isto é, trabalhadores e grupos especiais e, neste caso, sugere como deve ser distribuída a concentração de cada grupo, a saber:

a) Exposição Laboral:	1 rem
b) Exposição de Grupos Especiais:	0,5 rem

c) Exposição da população como um todo: 2 rem

Reserva: 1,5 rem

A seguir informa como chegou a esta distribuição de doses.

A publicação nº 1 em três extensos artigos mostra que não é necessário considerar os efeitos somáticos para a população como um todo e que para doses internas os limites são 1/30 avos das concentrações máximas permissíveis, CMP, para trabalhadores.

A publicação nº 1 estende-se, também, com dois grandes artigos nas exposições médicas informando que os valores das doses geneticamente significativas em vários países alcançam até 150 mrem/ano perfazendo 4,5 rem por geração. Neste caso a população teria no Máximo uma dose total inferior a 10 rem/geração considerando o limite de dose estabelecido. Este valor é aceitável.

O planejamento adequado para os programas nucleares e outros usos pacíficos da energia nuclear em grande escala requer a limitação da exposição de populações inteiras, em parte, limitando as doses individuais e em parte limitando o número de pessoas expostas. Esta limitação implica necessariamente um compromisso entre os efeitos deletérios e benefícios sociais. Consideração dos efeitos genéticos desempenha um papel importante na sua avaliação.

Nenhuma informação semelhante a acima foi encontrada na CIPR 26 e 30

7.2.3.2 Conclusões

Novamente a publicação número 1 da CIPR traz temas que por alguma razão não especificada deixaram de ser abordados nas publicações seguintes, podemos aferir dois tipos diferentes de conclusões a respeito destas supressões: Negligência por parte dos membros das comissões confeccionadoras ou o assunto se tornou obsoleto, tendo a ulterior como mais aceitável.

7.3 Princípios Gerais para Radioproteção Operacional

A publicação n° 1 define as responsabilidades da autoridade do estabelecimento ou da operação e define o oficial de radioproteção e o especialista qualificado. Já a publicação n° 26 diz que a gestão de uma instituição deve fornecer todas as facilidades necessárias para a condução segura das operações sob o seu controle. Em particular, deve designar as pessoas com deveres especiais de proteção, tais como membros de equipes de proteção contra as radiações.

Com relação aos levantamentos radiométricos, a publicação 1 é bem detalhista aos relativos a área de trabalho e à individual, mas peca na ambiental que nem sequer é citada. Também no monitoramento individual é bem detalhista, mas para o monitoramento da exposição interna cita somente o contador de corpo inteiro e esquece as medidas indiretas in vitro. A publicação n° 26 salienta que a avaliação da exposição de indivíduos ou grupos, realizados por cálculo ou medição, é um componente essencial dos procedimentos para restringir a exposição e para a intervenção, mas não é tão precisa quanto a publicação 1 a este respeito, ela segue dizendo que através do monitoramento pode-se planejar procedimentos de intervenção e, além disso, o monitoramento realizado durante as operações normais, muitas vezes, fornecem a base para qualquer decisão de intervir.

Com relação ao controle sanitário dos trabalhadores a publicação 1 é bem detalhista quanto aos exames pré-emprego e rotineiros durante o emprego e após. Entre outros exames aconselha o de sangue e o justifica, bem como o oftalmológico, a publicação número 26 não entra no mérito.

Com relação aos assentamentos das doses ocorre o contrário, a publicação 1 deixa a desejar enquanto a publicação 26 discorre sobre este assunto em alguns artigos, dizendo por exemplo que limites estabelecidos por uma autoridade competente ou pela gestão de uma instituição são chamados limites autorizados. Estes limites devem, em geral, ser abaixo derivados entanto, excepcionalmente, eles podem ser iguais a eles.

Por outro lado a publicação n° 1 especifica que em caso de perigo por radiação devem existir instrumentos de aviso, tema que a publicação 26 deixa passar e branco.

7.3.1 Discussão dos Resultados

A publicação número 1 da CIPR define as responsabilidades da autoridade do estabelecimento ou da operação e define o oficial de radioproteção e o especialista qualificado. Em contrapartida a publicação nº 26 dá todas as responsabilidades para a gestão da instituição e, ao contrário da publicação 1 designa pessoas com deveres especiais, não estipulando quantos e que tipo de função estes devem exercer.

Novamente a publicação 1 é bem mais detalhista que a publicação 26 nos assuntos relativos ao controle sanitário, a área de trabalho e à individual, bem como no monitoramento radiológico, mas para o monitoramento da exposição interna cita somente o contador de corpo inteiro e esquece as medidas indiretas *in vitro*. A publicação nº 26 complementa as informações da publicação 1 no que diz respeito avaliação da exposição de indivíduos ou grupos, mas não é tão precisa quanto a publicação 1 a este respeito. A publicação número 1 ainda entra no mérito dos exames pré-emprego, rotineiros e pós emprego as publicações seguintes não abordaram mais este tema, o que para proteção radiológica torna-se um equívoco.

No que se trata de proteção radiológica, especificar os instrumentos de aviso, como no caso de perigo são fundamentais. Coisa que as publicações sucessoras deixaram de tratar.

7.3.2 Conclusões

Novamente a publicação número 1, apesar de ser antiga, provou-se mais completa em diversos assuntos, sendo melhor planejada, melhor elaborada e com diversos assuntos pertinentes sobre proteção e segurança, o que nos faz novamente colocar em cheque se uma publicação substitui a outra verdadeiramente.

8. COMPARAÇÃO ENTRE CIPR NÚMERO 26 E 30 CONTRA OIEA NÚMERO 9 EDIÇÃO DE 1982

8.1 Princípios Básicos

Este assunto é discutido no capítulo “B. Objetivos da Proteção Radiológica” da publicação 26 e na seção I do OIEA, intitulado Objetivo e Escopo das Recomendações

8.1.1 Objetivo da Radioproteção

A publicação número 9 do OIEA, edição de 1982 diz que o objetivo destas normas é fornecer orientações para a proteção do homem contra riscos indevidos dos efeitos nocivos das radiações ionizantes, permitindo ainda práticas benéficas que envolvem a radiações. E que estas normas aplicam-se a introdução de fontes ou práticas e fontes ou práticas que envolvam exposição a radiações ionizantes sujeita a controle por parte da autoridade competente existentes.

Já a publicação 26 é bem mais detalhista, dedicando a este assunto um capítulo exclusivo. Ela considera importante a proteção das pessoas, seus descendentes e da humanidade como um todo. Ambas concordam que os efeitos prejudiciais contra os quais a proteção é necessária são conhecidos como somática e hereditário, que equivale ao genético.

Através da publicação 26 surge pela primeira vez os termos “efeito estocásticos”, definindo como aqueles para os quais a probabilidade de ocorrência de um efeito, em vez da sua gravidade, é considerado como uma função da dose, sem limite e efeitos “não estocásticos”, que são aqueles para os quais a gravidade do efeito varia com a dose, e para os quais, por conseguinte, pode ocorrer um limiar. Esta publicação considera os efeitos hereditários como sendo estocásticos. Afirma também que alguns efeitos somáticos são estocásticos. Ela ressalta que alguns efeitos somáticos não estocásticos são específicos para determinados tecidos, dando varios exemplos.

Na publicação numero 26 o objetivo da proteção radiológica deve ser o de evitar efeitos não estocásticos prejudiciais e para limitar a probabilidade de efeitos

estocásticos para níveis considerados aceitáveis. Um objetivo adicional é o de assegurar que as práticas que envolva exposição a radiações seja justificado.

Com a prevenção dos efeitos não estocásticos seria conseguido através da criação de limites de doses equivalentes a valores suficientemente baixos para que nenhuma dose limite seja alcançada, mesmo após a exposição para toda uma vida ou para o período total de vida útil. A limitação de efeitos estocásticos é alcançado, mantendo todas as exposições justificáveis tão baixo quanto é razoavelmente possível, os fatores económicos e devem ser considerados, no entanto, a aplicação destes procedimentos nem sempre oferece uma protecção suficiente para o indivíduo. É necessário estabelecer limites de dose equivalente em situações em que os benefícios e malefícios não são recebidos pelos mesmos membros da população. Por estas razões a Comissão recomenda um sistema de limitação de dose, as principais características são as seguintes:

- d) Nenhuma prática será adotada a menos que a sua introdução produz um benefício líquido positivo;
- e) Todas as exposições devem ser mantidas tão baixas quanto fatores razoavelmente possível, económicas e sociais estão sendo tomados em conta; e
- f) A dose equivalente para os indivíduos não devem exceder os limites recomendados para as circunstâncias adequadas por parte da Comissão.

Por fim a publicação 26 considera que embora o objetivo principal da protecção radiológica seja a realização e manutenção de condições adequados de segurança para as atividades que envolvam a exposição humana, o nível de segurança necessário para a proteção de todos os indivíduos humanos pensado é provável que seja adequado para proteger outras espécies, embora membros não necessariamente individuais dessas espécies. A Comissão considera, portanto, que se o homem está devidamente protegido, em seguida, outros seres vivos também são suscetíveis de ser suficientemente protegidos.

8.1.1.1 Discussão dos Resultados

A publicação número 9 do OIEA, edição de 1982 diz que O objetivo destas normas é fornecer orientações para a protecção do homem contra riscos indevidos dos efeitos nocivos das radiações ionizantes, permitindo ainda práticas benéficas que envolvem a radiações. E que estas normas aplicam-se a introdução de fontes ou práticas e fontes ou práticas que envolvam exposição a radiações ionizantes sujeita a controle por parte da autoridade competente existentes.

Já a publicação 26 é bem mais detalhista, dedicando a este assunto um capítulo exclusivo. Ela considera importante a proteção das pessoas, seus descendentes e da humanidade como um todo. Ambas concordam que os efeitos prejudiciais contra os quais a proteção é necessária são conhecidos como somática e hereditário, que equivale ao genético. Nesta publicação o objetivo da proteção radiológica deve ser o de evitar efeitos não estocásticos prejudiciais e para limitar a probabilidade de efeitos estocásticos para níveis considerados aceitáveis. Um objetivo adicional é o de assegurar que as práticas que envolva exposição a radiações seja justificado.

8.1.1.2 Conclusão

A impressão que nos fica é que o OIEA não pretende definir de forma definitiva os princípios pra proteção radiológica, deixando a critério da CIPR defini-lo, isto fica claro em suas publicações. É sabido que há um acordo entre as duas entidades e que devido a este acordo o OIEA segue a filosofia do sistema de limitação de dose determinada pela CIPR, mas em nenhuma das publicações o OIEA faz menção a este acordo, deixando carente de informações suas recomendações no que diz respeito a filosofia.

Assim, o objetivo da CIPR sempre estará mais completo e portanto correto.

8.1.2 Órgãos e tecidos Críticos

A publicação 26 concorda com a definição de órgão crítico, nas recomendações anteriores, a ela afirmou que quando mais de um órgão do corpo é exposto, a irradiação do órgão ou tecido em particular pode ser de importância devido a sua sensibilidade à radiação ou o risco para a saúde caso ele apresente algum dano. Este tecido ou órgão é classificado como crítico. Limitações da dose foram determinadas pelo equivalente de dose para esse tecido ou órgão. O conceito do órgão crítico usado desta forma não permitiu o somatório do detrimento de acordo com a radiosensibilidade relativa dos tecidos irradiados. A Comissão recomenda agora um procedimento que leva em conta o risco total atribuível à exposição de todos os tecidos irradiados. Assim ela segue listando o risco em vários órgãos do corpo, tais quais: Gônadas, Medula óssea, Osso, Pulmão, Tecido linfóide pulmonar, Tireoide, Mama, Risco de câncer em outros tecidos, Indução de tumor em doses moderadas, Risco total estocástica de toda irradiação de corpo uniforme, Cristalino, As crianças e os fetos, Tecidos de baixa sensibilidade.

O OIEA não discute este assunto pois, de uma forma que ele não elucida, este assunto já é sabido.

8.1.2.1 Discussão dos Resultados

A publicação 26 segue com a mesma definição de órgão crítico para os órgãos críticos de publicações anteriores da própria CIPR, quando mais de um órgão do corpo é exposto, a irradiação do órgão ou tecido em particular pode ser de importância devido a sua sensibilidade à radiação ou o risco para a saúde caso ele apresente algum dano. Este tecido ou órgão é classificado como crítico. Assim os limites de dose foram determinadas através do equivalente de dose para esse tecido ou órgão. A Comissão termina o assunto classificando estes órgãos críticos.

O OIEA não entra no mérito nem ao menos para elucidar estes conceitos.

8.1.2.2 Conclusão

Durante o estudo da publicação do OIEA observamos a adesão por parte deste Organismo a um conceito de órgãos críticos, mas ele não o define e nem o esclarece, apenas o cita em meio algumas frases. Para o leitor que não é conhecedor do acordo entre CIPR e OIEA fica difícil entender a origem e o significados deste conceito, pois o OIEA não o menciona mais em suas publicações mais atuais. Deixando pré suposto que o leitor já tenha todo o conhecimento exposto pela CIPR para que então compreenda suas normas.

8.1.3 Categorias de Exposição

Nas recomendações da publicação 26 existem três categorias a saber:

- 1- Exposição de pessoas no decorrer de seu trabalho
- 2- Exposição de pessoas devido a exames ou tratamentos médicos
- 3- Outras exposições de indivíduos

O OIEA não determina as categorias de exposição.

8.1.3.1 Discussão dos Resultados

A CIPR define nas suas recomendações da publicação 26 três categorias a saber:

- 1- Exposição de pessoas no decorrer de seu trabalho
- 2- Exposição de pessoas devido a exames ou tratamentos médicos
- 3- Outras exposições de indivíduos

O OIEA não determina as categorias de exposição, o que dificulta a elaboração de uma discussão.

8.1.3.2 Conclusão

Novamente, a publicação do OIEA não entra no mérito de conceitos já desenvolvidos pela CIPR, deixando pressuposto que o leitor já tenha este conhecimento

prévio deste assunto. A publicação da CIPR acaba servindo de guia para um bom entendimento da publicação do OIEA, que por ter caráter normativo deveria ser auto informativa.

8.2. Limitação da Dose

De acordo com o OIEA 9, edição de 1982, as doses resultantes de fontes e práticas envolvendo a exposição à radiação ionizante ou a substâncias radioativas devem ser restritas por um sistema de limitação de dose no qual deva incluir a justificação da prática, a otimização da proteção radiológica e limites anuais de dose equivalente.

Justificação da Prática: Para prevenir exposições desnecessárias, práticas envolvendo a exposição à radiação ionizante deve ser autorizada pela autoridade competente relevante ao menos que a introdução desta prática introduza um benefício líquido.

Otimização da proteção Radiológica: O design, plano e subsequentemente uso e operação das fontes e práticas devem ser interpretadas de maneira a resultar que aquela exposição é tão baixa quanto razoavelmente exequível, fatores econômicos e sociais devem ser levados em conta.

Limites de Dose: Limite e Nível de Referência são dois conceitos diferentes na proteção radiológica. O Limite é o valor da quantidade a qual não se deve exceder. E Nível de referência é o valor de referência da quantidade a qual é usada para determinar um curso de ação em particular.

Além disso os limites são divididos em quatro categorias:

- 1- Limites Primários de dose Equivalente
- 2- Limites Secundários
- 3- Limites derivados
- 4- Limites Autorizados

Nada semelhante é dito na CIPR 26 e 30.

8.2.1 Trabalhadores

Na publicação 26, o limites para os trabalhadores são os limites de dose equivalente, que estão baseados no risco. Os limites de dose equivalente recomendado pela Comissão para a exposição ocupacional estão em vigor há mais de 20 anos. Tendo em vista a ênfase que a Comissão atribui ao estimativas de risco, considera apropriado avaliar os níveis de risco que estão associados com os seus limites de dose equivalente. A Comissão considera que no futuro previsível um método válido para julgar a aceitabilidade do nível de risco no trabalho radiação é comparando este risco com a de outras profissões reconhecidas como tendo elevados padrões de segurança, que são geralmente considerados como sendo aqueles em que a mortalidade média anual, devido a riscos ocupacionais não exceda 10^{-4} .

As recomendações da publicação 26 da Comissão destinam-se a prevenir os efeitos não estocásticos e limitar a ocorrência de efeitos estocásticos para um nível aceitável. A Comissão considera que os efeitos não estocásticos será impedido pela aplicação de um limite de dose equivalente de 0,5 Sv (50 rem) por ano para todos os tecidos exceto a lente, para o qual a Comissão recomenda um limite de 0,3 Sv (30 rems) em um ano. Esses limites se aplicam independentemente de os tecidos são expostos isoladamente ou em conjunto com outros órgãos, e eles têm a intenção de restringir qualquer exposição que cumpre a limitação de efeitos estocásticos

Para efeitos estocásticos limitação dose recomendada da Comissão baseia-se no princípio de que o risco deve ser igual se o corpo inteiro é irradiada uniformemente ou se existe a irradiação não uniforme. Esta condição será cumprida se, onde, w_T é um fator de ponderação que representa a proporção do risco estocástico resultante de tecido (T) para o risco total, quando todo o corpo é irradiada uniformemente, H_T é a dose anual equivalente em tecido (T), $H_{wb, L}$ é o limite de dose equivalente anual recomendado para irradiação uniforme de todo o corpo, ou seja, 50 mSv (5 rem).

Para o OIEA n° 9 edição de 1982, o limite anual de dose equivalente efetiva para os trabalhadores é de 50 mSv. Em adição, o limite equivalente-dose anual para órgãos individuais e pele é de 500 mSv, exceto para o cristalino, que é e 150 mSv.

Mulheres com capacidade de reprodução não devem participar de exposições planejadas

8.2.1.1 Discussão dos Resultados

A publicação número 26 da CIPR se envolve profundamente nos valores de ponderação e de risco que acabam não deixando muito claro os valores os limites de dose para o trabalhador, dando apenas a dose para o corpo todo, pra os tecidos e para o cristalino, por sua vez o OIEA é bem sucinto nos dando em poucas linhas os mesmos valores sem se aprofundar nas questões de ponderações do tecido ou se preocupar com efeitos estocásticos e determinísticos.

8.2.1.2 Conclusões

A publicação da CIPR mostra um profundo conhecimento teórico dos efeitos biológicos das radiações estabelecendo valores de ponderação, os quais não são descritos na publicação do OIEA, que por sua vez é direto e isenta a mulher em capacidade de reprodução de exposições planejadas o que em nosso ver é justo.

8.2.2 Indivíduo do Público

A publicação 26 informa que riscos de radiação são uma fração muito pequena do número total dos riscos ambientais a que estão expostos os membros do público. O nível aceitável de risco para fenômenos estocásticos para os membros do público em geral pode ser inferida a partir de consideração dos riscos que um indivíduo pode modificar para apenas um pequeno grau e que, como a segurança de radiação, pode ser regulamentada por portaria nacional. Um exemplo de tais riscos é o de usar o transporte público. A partir de uma revisão das informações disponíveis relativas aos riscos regularmente aceitos na vida cotidiana, pode-se concluir que o nível de aceitabilidade para os riscos fatais para o público em geral é uma ordem de magnitude menor do que para os riscos ocupacionais. Nesta base, um risco na faixa de 10^{-6} a 10^{-5} por ano seria provável que seja aceitável para qualquer membro individual do público.

Para o OIEA n° 9 edição de 1982, o limite anual de dos e equivalente efetiva para o público é de 5 mSv. Em adição, o limite equivalente-dose anual para órgãos individuais e pele é de 50 mSv.

8.2.2.1 Discussão dos Resultados

Nesta publicação a CIPR também se baseia nos riscos para expor seus limites de dose para o público, não dando um valor específico como faz o OIEA.

8.2.2.2 Conclusões

O fato da CIPR se preocupar com os valores de ponderação do tecido no cálculo de dose é um pequeno passo dado para se alcançar um limite mais justo, pois para que esse limite se torne verdadeiro deveriam ser considerados muitos outros fatores que ainda fogem ao controle da CIPR, como por exemplo a fisiologia do órgão e a qualidade de vida da pessoa exposta. Portanto, apresentar valores pré estabelecidos otimizados facilita o controle da dose tanto para o público quanto para o trabalhador

8.2.3 População

A CIPR 26 diz que, nas suas recomendações anteriores, a Comissão sugeriu um limite de dose genética, embora tenha expressado reservas sobre a proposta de limites de dose de aplicação geral para as populações. Tornou-se cada vez mais claro que o nível previamente sugerido não é susceptível de ser atingido, e é muito improvável que as autoridades responsáveis permitiria o equivalente médio da dose em uma população de atingir valores que são mais do que pequenas frações da antiga limite de dose genética de 5 rem em 30 anos. Portanto, a continuidade do antigo limite de dose genética pode ser considerado como sugerindo a aceitabilidade de um exposição da população maior do que é necessário ou provável, e um risco mais elevado do que é justificada por qualquer presente ou facilmente previsto o desenvolvimento futuro. Além disso, os conhecimentos adquiridos ao longo das duas últimas décadas indica que os efeitos genéticos, embora importantes, não são susceptíveis de ser de importância

primordial, e que seria necessário estar relacionada com a soma de todos os outros efeitos.

Nestas recomendações, portanto, a Comissão não propõe limites de dose para as populações. Em vez disso, gostaria de salientar que cada exposição contribuição população feito pelo homem tem que ser justificado por seus benefícios, e que limites para membros individuais do público referem-se ao total equivalente dose recebida de todas as fontes (exceto como já foi referido). O limite para a irradiação de toda uma população é, assim, claramente visto como o total alcançado por um somatório de contribuições mínimas necessárias, e não como um total admissível aparentemente disponíveis para rateio. Consideração dos princípios enunciados nos pontos 117-125, em conjunto com o sistema da Comissão de limitação de dose, é susceptível de garantir que a dose média equivalente à população não será superior a 0,5 mSv por ano.

O OIEA não comenta a respeito dos limites da população.

8.2.3.1 Discussão dos Resultados

Durante este capítulo a CIPR justifica o porquê não estabeleceu limites para o público. O OIEA não entra no mérito, o que prejudica uma discussão deste assunto.

8.3 Princípios Gerais para Radioproteção Operacional

8.3.1 Geral

A publicação nº 26 diz que a gestão de uma instituição deve fornecer todas as facilidades necessárias para a condução segura das operações sob o seu controle. Em particular, deve designar as pessoas com deveres especiais de proteção, tais como membros de equipes de proteção contra as radiações.

Também no monitoramento individual é bem detalhista, mas para o monitoramento da exposição interna cita somente o contador de corpo inteiro e esquece as medidas indiretas in vitro. A publicação nº 26 salienta que a avaliação da exposição de indivíduos ou grupos, realizados por cálculo ou medição, é um componente essencial

dos procedimentos para restringir a exposição e para a intervenção, a este respeito, ela segue dizendo que através do monitoramento pode-se planejar procedimentos de intervenção e, além disso, o monitoramento realizado durante as operações normais, muitas vezes, fornecem a base para qualquer decisão de intervir.

A publicação 26 discorre sobre este assunto em alguns artigos, dizendo por exemplo que limites estabelecidos por uma autoridade competente ou pela gestão de uma instituição são chamados limites autorizados. Estes limites devem, em geral, ser abaixo derivados entanto, excepcionalmente, eles podem ser iguais a eles.

A publicação n° 9, edição de 1982 do OIEA diz que a responsabilidade pela proteção radiológica de um estabelecimento é do gerente, que deve providenciar um oficial de proteção radiológica para supervisionar as aplicações apropriadas dos regulamentos de proteção radiológica, e aconselhar em todos os aspectos relevante de proteção radiológica, incluindo exposição ocupacional, bem como membros do público atribuídas a operação do estabelecimento.

Todo trabalhador empregado em um estabelecimento onde possa ocorrer exposições à radiação deve receber treinamento apropriado.

O OIEA também divide em duas classes de trabalho sob as quais o trabalhador está exposto a radiação ionizante:

Condição de Trabalho A: Condições em que a exposição possa exceder 3/10 dos limites equivalentes de dose.

Condição de Trabalho B: Condição na qual é menos provável de exceder os 3/10 dos limites equivalentes de dose.

8.3.1.1 Discussão dos Resultados

A publicação n° 26 diz que cabe a gestão de uma instituição deve designar as pessoas com deveres especiais de proteção, tais como membros de equipes de proteção contra as radiações. Já publicação número 9 do OIEA, edição de 1982 define apenas um responsável pela proteção.

O OIEA ainda enfatiza a importância do treinamento apropriado do trabalhador para que possa executar seu trabalho com maestria. O OIEA também divide o trabalhador em duas classes: Condição de Trabalho A: Condições em que a exposição possa exceder 3/10 dos limites equivalentes de dose e Condição de Trabalho B: Condição na qual é menos provável de exceder os 3/10 dos limites equivalentes de dose.

8.3.1.2 Conclusões

Acreditamos que a quantidade de funcionários peritos em proteção deverá ser proporcional ao tamanho da instalação, cabendo esta decisão ao gerente, visando a qualidade do serviço e o baixo custo.

Classificar os trabalhadores em duas categorias é uma excelente maneira de averiguar aqueles trabalhadores que estão sujeitos a exposições que necessitam ser otimizadas e acompanhadas

8.3.2 Apoio Físico

O OIEA informa que as áreas de trabalho devem ser identificadas e classificadas de acordo como nível potencial de exposição. O escopo das precauções e monitoramento, bem como seus tipos e qualidade, devem ser apropriados para a magnitude e natureza particular da exposição à radiação associada ao trabalho.

As áreas são divididas em duas

Área Controlada: são aquelas que o acesso dos trabalhadores é controlado e sujeito a instruções de operação. Nestas áreas os trabalhadores podem receber doses acima dos 3/10 dos limites. Estas áreas devem estar devidamente sinalizadas com o símbolo da radiação ionizante. Novamente o OIEA descreve o símbolo da radiação e da suas medidas corretas para reproduzi-lo.

Área Supervisionada: São áreas nas quais é mais improvável exceder 1/10 dos limites ocupacionais.

A CIPR nos define apenas a área controlada.

8.3.2.1 Discussão dos Resultados

A definição das áreas de trabalho é de suma importância para uma instalação, pois assim o trabalhador terá ideia da dose a qual ele está exposto e o público saberá em quais setores poderá circular.

8.3.2.2 Conclusões

Consideramos este tema importante e o fato da CIPR não desenvolver este tema em sua publicação é um equívoco, sendo que o mesmo já fora citado em publicações mais antigas.

8.3.3 Sistema de notificação, registo ou licenciamento

O OIEA nos diz que nenhuma fonte ou prática que envolva a exposição do homem às radiações ionizantes deve ser autorizada a menos que seja sujeita ao controle de um sistema de notificação, registo ou licenciamento, conforme estabelecido pela autoridade competente.

Ao estabelecer o sistema referido a autoridade competente, tendo em conta as previsões do sistema de limitação de dose, deve: Classificar fontes ou práticas de acordo com os requisitos de notificação, registo ou licenciamento, tendo em conta os riscos para a saúde envolvidos, e, quando licenciamento aplicável, deve especificar as condições sob as quais uma licença podem ser emitidas

A CIPR 26 e 30 não tratam deste tema.

8.3.3.1 Conclusões

Acreditamos que pelo fato da CIPR abordar principalmente os aspectos biológicos da proteção radiológica, ela entendeu que não cabia a si estabelecer recomendações a este assunto. O OIEA desempenha um excelente papel com estas diretrizes, pois é incomensurável estabelecer este sistema.

9. COMPARAÇÃO ENTRE A PUBLICAÇÃO NÚMERO 60 DA CIPR E NÚMERO 115 DO OIEA

9.1 Objetivo da Proteção Radiológica

Este tema é abordado no capítulo 3 da publicação nº 60 da CIPR, intitulado “Aspectos Biológicos da Proteção Radiológica”.

De acordo com a CIPR 60, o objetivo da proteção radiológica é de proteger o homem contra os efeitos danosos da radiação ionizante.

O OIEA não entra no mérito

9.1.1. Discussão dos Resultados

A CIPR mantém o mesmo objetivo da proteção radiológica de publicações anteriores: proteger o homem contra os efeitos danosos das radiação ionizante.

O OIEA número 115 não entra no mérito.

9.1.2. Conclusão

Aqui temos um objetivo bem simples apresentado pela CIPR, entretanto nenhuma proposta é dada pelo OIEA, o que novamente nos leva a pergunta: A equipe elaboradora da publicação do OIEA pressupõe que o leitor já tenha os conhecimentos das publicações do OIEA?

9.2. Tipos de Exposição

Este tema é abordado no capítulo 5 da publicação nº 60 da CIPR, intitulado “Sistema de Proteção para as Práticas em Curso e as Previstas”. E no OIEA no Apêndice I, para Exposição Ocupacional, Apêndice II para exposição médica e Apêndice III para exposição do público.

9.2.1. Exposição Ocupacional

De acordo com a CIPR, a Exposição Ocupacional abrange todas as exposições recebidas no decorrer do trabalho, independentemente de sua fonte, o que significa que todos os trabalhadores devem estar sujeitos a um sistema de proteção radiológica. Sendo assim as exposições consideradas ocupacionais são de responsabilidade da gestão das operações. A comissão recomenda que o radônio e o manuseio de materiais que contenham quantidades muito pequenas de radionuclídeos naturais sejam considerados excluídos das exposições ocupacionais e tratados por separado.

Com o objetivo de proporcionar uma recomendação prática a comissão recomenda que deverá ser um requisito incluir as exposições à fontes naturais como exposição ocupacional somente no caso de:

- a) Operações estar sendo realizadas em locais onde a autoridade competente tenha declarado que se deva atentar ao radônio.
- b) Operações com materiais não considerados radioativos mas que contenham quantidades significativas de radionuclídeos naturais e que tenham sido identificados pela autoridade competente.
- c) As operações de aviões a jato
- d) Os voos espaciais

Em um outro capítulo mais adiante a CIPR trata da exposição ocupacional para as mulheres grávidas, onde segue o que se destaca:

Os limites para o controle da exposição ocupacional para as mulheres que não estejam grávidas são os mesmos para os homens. A comissão não recomenda nenhum limite especial para as mulheres no geral.

Uma vez declarada a gravidez, deve-se proteger o embrião mediante a aplicação de um limite de dose equivalente suplementar de 2 mSv na superfície do abdômen da mulher durante o resto da gravidez.

O OIEA é muito detalhista com relação a exposição ocupacional, dedicando um Apêndice a este assunto, a seguir seguem as informações relevantes contidas exclusivamente na publicação 115:

O empregador deve ser responsável ao trabalhador engajado em atividades que envolvam exposições normais ou potenciais prover a proteção dos trabalhadores da exposição ocupacional e estar em conformidade com os requerimentos desta publicação.

Ela segue por um extenso artigo citando os deveres do empregador bem como as obrigações do trabalhador.

No que diz respeito a trabalhadoras grávidas, o OIEA nos diz que a gravidez deve ser notificada ao empregador para que suas condições de trabalho sejam modificadas, se necessário. A notificação da gravidez não deve ser um motivo para excluir a trabalhadora do emprego. Com relação aos limites de dose para a mulher grávida ou para o feto não são mencionados nesta publicação.

Ela informa também que nenhuma pessoa com idade de 16 anos deve ser sujeita a exposição ocupacional e que nenhuma pessoa com idade inferior a 18 anos será permitida trabalhar em áreas controladas a não ser que sejam supervisionadas com a condição de treinamento.

9.2.1.1. Discussão dos Resultados

A CIPR define o termo Exposição Ocupacional enfatizando que todos os trabalhadores devem estar sujeitos a um sistema de proteção radiológica. Sendo assim é de responsabilidade da gestão as exposições consideradas ocupacionais, dizendo ainda que o radônio e materiais de baixa quantidade de radionuclídeos naturais sejam excluídos das exposições ocupacionais. Com o objetivo de proporcionar uma recomendação prática a comissão recomenda que deverá ser um requisito incluir as exposições à fontes naturais como exposição ocupacional somente no caso de:

A comissão ainda nos dá uma lista de casos nos quais ela recomenda incluir as exposições à fontes naturais como exposição ocupacional.

Por outro lado o OIEA é muito detalhista com relação a exposição ocupacional, dedicando um Apêndice a este assunto, citando os deveres do empregador, deveres das mulheres grávidas, como por exemplo notificar ao empregador a gravidez para adequar suas condições de trabalho. Infelizmente não são dados os limites para mulheres grávidas ou para o feto nesta publicação, o que não acontece na publicação da CIPR, onde os limites são estabelecidos. O OIEA também tenta regularizar o trabalho de menores de 18 anos em áreas controladas.

9.2.1.2. Conclusão

Sobre este tema observamos a evolução do OIEA, acreditando que este organismo esteja bem avançado no que diz respeito aos estudos da exposição ocupacional, sendo bem detalhista e dedicando muitos artigos a este tema, observou-se um maior cuidado para com as trabalhadoras grávidas pecando apenas nos limites de dose, observou-se também a abordagem no quesito dos trabalhadores com idade inferior a 18 anos.

A CIPR abordou os temas com a maestria de quem trata de efeitos biológicos, dando os limites para o feto, que julgamos aceitáveis, dando atenção a todos os tipos de trabalhadores, inclusive aqueles expostos por radiação cósmica, como os pilotos de aeronaves

9.2.3. Exposições Médicas

De acordo com a CIPR, a Exposição Médica se limitam às exposições recebidas pelos indivíduos como parte de seu próprio diagnóstico ou tratamento e às exposições recebidas conscientemente e voluntariamente por aqueles indivíduos que participem do apoio e cuidado de pacientes. Não se incluem nas exposições médicas as radiações dispersas provenientes de diagnósticos ou tratamentos. As exposições recebidas por voluntários no âmbito dos programas de investigação biomédica são tratadas da mesma forma que as exposições médicas.

Conforme a publicação do OIEA, que discorre por todo o Apêndice II sobre este assunto, a exposição médica deve ser justificada e otimizada.

9.2.3.1. Discussão dos Resultados

A definição de exposição médica dada pela CIPR está correta, mas por ser muito direta empobreceu a discussão do tema. Ela ainda exclui todo tipo de radiação dispersa provenientes de diagnósticos ou tratamentos. E ainda considera exposições recebidas por voluntários no âmbito dos programas de investigação biomédica como uma exposições médicas.

O OIEA que discorre por todo o Apêndice II sobre este assunto, que julgamos concordar com a abordagem da CIPR em muitos aspectos, porém enfatizamos algo

muito importante que a CIPR deixou passar: a exposição medica deve ser justificada e otimizadas.

9.2.3.2. Conclusão

Concluimos assim que o OIEA em suas publicações têm trabalhado de forma crucial para melhor detalhar assuntos de altíssima relevância tendo sempre como base os princípios da proteção radiológica.

9.2.4. Exposição do Público

A CIPR considera que a exposição do público abrangem todas as exposições que não são as ocupacionais ou médicas.

Já o OIEA discorre sobre o assunto por todo Apêndice III, dizendo que devem ser aplicados os requerimentos desta publicação como especificado pela autoridade competente a qualquer exposição do público entregue a praticas ou recursos para os quais eles são responsáveis. A menos que as práticas não estejam inclusas nestas recomendações.

O registro e licença deve ser responsável por assegurar que a otimização do processo de medida do controle do descarte das substancias radioativas no meio ambiente esteja sujeita a dose estabelecidas ou aprovadas pela autoridade competente.

9.2.4.1. Discussão dos Resultados

A CIPR é bem sucinta em relação a exposição do público, definindo-a como aquela que abrangem todas as exposições que não são as ocupacionais ou médicas. Por outro lado o OIEA discorre sobre o assunto por todo Apêndice III, trazendo mais informações do que aquelas contidas na CIPR, destacamos acima algumas que consideramos importante.

9.2.4.2. Conclusão

A publicação número 115 do OIEA se tornou um grande complemento à publicação de número 60 da CIPR, que tornou por muito tempo a bíblia dos

radioprotecionistas. Nos colocando de novo aquela questão de que ambas as publicações podem ter a mesma relevância para os gerentes de instalações devido a esta complementação de informações que uma faz à outra.

9.3. Efeitos Biológicos

Este tema é abordado no capítulo 3 da publicação n° 60 da CIPR, intitulado “Aspectos Biológicos da Proteção Radiológica”. E no OIEA está presente no “Preâmbulo”.

A publicação n° 60 nos diz que foram realizados muitos estudos nos laboratórios de todo o mundo e, ainda que de forma alguma sejam completos, resultaram em uma riqueza de informações concernentes aos efeitos biológicos das radiações em número muito maior do que aqueles associados a qualquer outro perigo ambiental. Assim ela divide estes efeitos biológicos em dois, a saber:

Efeitos determinísticos

Provocado pelo mau funcionamento ou perda da função dos tecidos dos órgãos, causados principalmente pela destruição das células. Resultam e exposições a doses elevadas e existe um limiar de dose. Podem ser evitados em procedimentos normais de proteção radiológica, limitando-se as doses abaixo dos valores de limiar de dose, para estes efeitos. Manifestam-se tecidos saudáveis durante um acidente.

Efeitos Estocásticos

Manifestam-se muito tempo após a exposição e aumentam o risco ao câncer, a desordens hereditárias. Parece não possuir um limiar de dose, mas podem ocorrer com doses pequenas, ainda que a frequência seja pequena (pequenas frações de Gray).

Sua frequência de aparecimento pode ser reduzida diminuindo-se a dose, mas estes efeitos não podem ser completamente evitados. Presume-se que estes efeitos sejam induzidos pela radiação natural, à qual todos nós estamos expostos e por pequenas doses adicionais, provenientes de fontes produzidas pelo homem, utilizadas na sociedade.

Efeito Estocástico

O efeito estocástico pode acontecer se a célula irradiada é modificada ao invés de morta. Células modificadas podem, após um prolongado processo, se tornar um câncer. O Mecanismo de reparo e de defesa do corpo torna isso um resultado muito improvável em doses pequenas, entretanto não há evidências de dose limiar abaixo do qual o resultado é o câncer. A probabilidade de ocorrência de câncer é alta se a dose for alta, mas a severidade do câncer que pode resultar da irradiação é independente da dose. Se

a célula danificada pela exposição à radiação é uma célula germinativa, cujas funções é transmitir informações genéticas para a descendência, é concebível que os efeitos hereditários de vários tipos podem se desenvolver nos descendentes dos indivíduos expostos. A probabilidade do efeito estocástico é presumida para ser proporcional a dose recebida, sem um limite de dose.

O OIEA por sua vez ainda descreve um terceiro efeito, denominado outros efeitos a saúde, que podem ocorrer em crianças devido a exposição do embrião ou do feto.

9.3.1. Discussão dos Resultados

Com este tema, que já observamos que é o forte da CIPR, notamos a diferença entre as definições de efeitos determinísticos, como por exemplo a causa. Muito mais ampla é a definição da CIPR, que nos dá maiores detalhes a respeito deste efeito, elucida melhor o leitor a este respeito e ainda instrui como evitar tal malefício. O mesmo ocorre na definição dos efeitos estocásticos.

9.3.2. Conclusão

A definição da OIEA para com os efeitos estocásticos é bem confusa, se o leitor não for atento ele poderá confundir com o efeito determinístico. Como já observado anteriormente quando se trata dos efeitos biológicos da radiação ionizante a CIPR mostra-se bem avançada com seus estudos, o OIEA parece não focar muito neste tema e raramente o trata em suas publicações e quando o faz deixa muito a desejar.

9.4. Limites de dose

Este tema é abordado no “Resumo das Recomendações” da publicação nº 60 da CIPR. E no capítulo “Cronograma II”, na publicação do OIEA

A publicação nº 60 nos informa que os limites de doses são necessários como parte do controle da exposição ocupacional, tanto para impor um limite a seleção das restrições de doses quanto para assegurar proteção frente a erros de avaliação na aplicação da otimização.

O objetivo que persegue a Comissão ao fixar limites de dose é estabelecer, para um conjunto definido de práticas e para uma exposição regular e contínua, um nível de dose acima da qual as consequências para o indivíduo se considerariam, normalmente, inaceitáveis. No passado a Comissão teve usado a probabilidade de morte atribuível ou de transtornos graves como base para julgar as consequências de uma exposição. Esta magnitude segue sendo um fator importante, mas a Comissão já não a considera suficiente para descrever o detrimento.

9.4.1 Controle da exposição do Público

O controle da exposição do público, em situações normais, se realiza mediante a aplicação de controle sobre a fonte mais do que o meio ambiente.

Por sua vez o OIEA não entra no mérito a respeito dos limites ocupacionais para mulheres grávidas, mas nos traz limites para aprendizes e estudantes entre 16 e 18 anos e são os que seguem:

Dose efetiva de 6 mSv por ano

Dose equivalente para o cristalino de 50 mSv em um ano

Dose equivalente para as extremidade e pele de 150 mSv em um ano

9.4.1.1 Discussão dos Resultados

A CIPR é demasiada sucinta neste quesito, deixando de comentar vários aspectos abordados pela OIEA, como por exemplo os limites de dose para aprendizes e estudantes entre 16 e 18, mas não entra no mérito no caso de mulheres grávidas.

9.4.1.2 Conclusão

Ambas as publicações necessitam se aprofundar mais neste tema, deixando de abordar muitos outros assuntos pertinentes como por exemplo as definições básicas de conceito e outros limites de dose.

9.5. Fatores de ponderação do Tecido

Este tema é abordado no capítulo 2 da publicação n° 60 da CIPR, intitulado “Grandezas Utilizadas em Proteção Radiológica”.

A publicação n° 60 da CIPR nos diz que, a relação entre a probabilidade de aparição de um efeito estocástico e a dose equivalente também depende do órgão ou tecido irradiado. Para expressar a combinação de diferentes doses equivalentes em diferentes tecidos de forma que se possa correlacionar razoavelmente com o efeito estocástico total. O fator utilizado para ponderar a dose equivalente em um tecido ou órgão se denomina Fator de Ponderação do tecido, w_T , e representa a contribuição relativa desse órgão ou tecido ao detrimento total devido aos efeitos estocásticos resultante da irradiação uniforme do corpo todo.

O OIEA se limita a apresentar os valores de w_T .

9.5.1. Discussão dos Resultados

Apesar do OIEA não se pronunciar a respeito da definição da ponderação do tecido ele nos dá uma tabela com valores de ponderação idênticos àqueles da CIPR. A falta da abordagem deste tema pelo OIEA dificulta muito uma discussão plausível.

9.5.2. Conclusão

Uma vez mais o OIEA pressupõe o conhecimento prévio do leitor em relação a este tema, conhecimento este que talvez o leitor não saiba de onde extrair, caso ele não se interesse pelas publicações da CIPR por ter um caráter recomendatório.

9.6. Dose Efetiva

Este tema é abordado no capítulo 2 da publicação n° 60 da CIPR, intitulado “Grandezas Utilizadas em Proteção Radiológica”.

Na CIPR n° 60, a dose equivalente ponderada (uma dose absorvida duplamente ponderada) se conhecia anteriormente como o equivalente de dose efetiva, mas este nome é desnecessariamente complicado, especialmente em combinações mais complexas como a equivalente de dose efetiva comprometida coletiva. Por essa razão, a Comissão decidiu utilizar um nome mais fácil: Dose Efetiva, E.

A introdução do nome dose efetiva está associado com a mudança a dose equivalente, mas não guarda nenhuma relação com a mudança nos números ou magnitude dos fatores de ponderação do tecido. A unidade é o Joule por quilograma e recebe o nome de especial de Sievert.

O OIEA trata do assunto no glossário de termos.

9.6.1. Discussão dos Resultados

A CIPR possui um capítulo apenas para definir as Grandezas Físicas usadas em proteção radiológica, definindo de forma exímia a Grandeza Dose Efetiva. O OIEA por sua vez não enfatiza este assunto, nem se quer compartilha a ideia de classificar as Grandezas usadas em proteção radiológica.

9.6.2. Conclusão

As definições apresentadas pela CIPR são mais do que satisfatória, mas acreditamos ser um equívoco por parte do OIEA abordar este assunto apenas em seu glossário de termos.

9.7. Acidente e emergência

Este tema é abordado apenas pela CIPR no capítulo 6 da publicação n° 60, intitulado “Sistema de Proteção e Intervenção”.

Intervenção que Afeta o Público

A CIPR informa que o primeiro passo a se decidir sobre intervenção provavelmente necessária após um acidente é definir o tipo de todas as ações protetoras prováveis, e considerar os custos e as reduções esperadas nas doses individuais e coletivas como funções da dimensão e duração de cada uma delas. O que demanda uma quantidade considerável de trabalho preliminar sobre modelos econômicos e ambientais sobre previsão de acidentes.

Há então um intervalo de valores dos possíveis tipos de intervenção para evitar a dose, dentro do qual existe um valor ótimo. Se for positivo o benefício líquido naquele valor ótimo, será justificada a intervenção do tipo, dimensão e duração definidos.

O planejamento inicial deve incluir a escolha dos valores de intervenção para a dose evitada ou um intervalo limitado destes valores de intervenção, que tenham a probabilidade de levar a intervenção que seja justificada e racionalmente bem otimizada.

9.7.1 Limitação da Exposição Laboral em Emergências

De acordo com a CIPR, as exposições laborais diretamente causadas por acidentes podem ser limitados apenas pelo projeto da instalação e suas características protetoras e, também pela provisão de procedimentos de emergência. Idealmente o

objetivo seria manter as doses dentro das permitidas em condições normais, o que geralmente é possível, mas nem sempre acontece em acidentes graves.

Além das exposições resultantes diretamente do acidente haverá as exposições das equipes de emergência durante a ação de emergência e de recuperação. Mesmo em acidentes graves estas exposições podem ser limitadas por controles operacionais. As doses recebidas provavelmente serão maiores, situações normais e devem ser tratadas separadamente de qualquer dose normal.

Emergências envolvendo exposições significativas das equipes de emergência são raras e, dessa maneira pode-se permitir, em acidentes graves, algum relaxamento nos controles usados em situações normais, sem diminuir o grau de proteção a longo prazo. Este relaxamento não deve permitir que as exposições no controle do acidente e do reparados imediato e urgente produzam doses efetivas maiores do que cerca de 0.5 Sv. Não se deve permitir que a dose equivalente na pele exceda cerca de 0,5 Sv.

9.7.1.1. Discussão dos Resultados

Novamente o OIEA não entra no mérito do assunto, dificultando uma discussão entre as duas publicações, mas pelo que podemos observar das informações dadas pela CIPR, que discute muito bem o tema dando os limites que acreditamos ser justos.

9.8. Classificação das áreas de trabalho

Este tema é abordado no capítulo 7 da publicação nº 60 da CIPR, intitulado “Implantação das Recomendações da Comissão”. E no OIEA nº 115, no Apêndice: “Requerimentos Detalhados”

9.8.1. Área Controlada

Para a CIPR, uma área controlada é aquela em que as condições normais de trabalho, incluindo a possibilidade de pequenos incidentes, requerem que os trabalhadores atuem de acordo com os procedimentos e práticas claramente estabelecidas.

Já para o OIEA devem designar como área controlada toda área em que medidas de proteção específicas ou provisão de segurança são ou podem ser requeridas para controlar as exposições normais ou prevenir a propagação da contaminação durante a condição normal de trabalho e prevenir ou limitar a extensão da exposição potencial.

9.8.1.1 Discussão dos Resultados

Ambas as publicações, apesar de discutirem de forma diferente estes temas concordam que as áreas controladas são susceptíveis a acidentes, assim sendo a CIPR enfatiza que esta área requer a atuação profissional dos trabalhadores em caso de acidentes e aplicação das normas. O OIEA acrescenta que a área controlada limita a extensão da exposição potencial em caso de acidentes.

9.8.1.2. Conclusão

Ambas as definições são coerentes, porém a forma como a CIPR aborda o tema é muito mais prático e científico do que o OIEA.

9.8.2. Área Supervisionada

Para a CIPR uma área supervisionada é aquela em que as condições de trabalho são mantidas sob observação, mas normalmente não são exigidos procedimentos especiais. As doses recebidas pelos trabalhadores nas áreas supervisionadas devem ser inferiores a 3/10 dos limites de dose ocupacionais.

De acordo com o OIEA deve ser designada como área supervisionada qualquer área que não tenha sido designada como área controlada, mas onde as condições de exposição ocupacional precisam ser mantidas em análise, embora medidas específicas de proteção e segurança normalmente não são exigidas.

9.8.2.1. Discussão dos Resultados

A CIPR estabelece o valor máximo de 3/10 dos limites de dose ocupacionais para uma área supervisionada, sendo necessário mantê-la sob observação. O OIEA não define um limite de dose para esta área e apresenta uma definição supérflua para esta área.

9.8.2.2. Conclusão

A CIPR é bem mais prática e satisfatória na definição de área supervisionada, por outro lado o OIEA não se aprofunda em alguns temas, até mesmo na definição deste termo, levando ao leitor a um pseudo entendimento do tema.

9.8.3. Condições de Trabalho

Em recomendações anteriores a Comissão definia dois tipos de condições de trabalho baseado no nível esperado de dose individual anual. A intenção era ajudar a selecionar aqueles trabalhadores que eram sujeitos a vigilância dosimetria individual e a uma vigilância medica especial. Nos últimos anos tornou-se claro que nenhuma dessas decisões está melhor associada com uma classificação crua baseada nas condições de trabalho baseada nas doses previstas, de modo que a comissão já não recomenda o uso de tal classificação.

O OIEA não entra no mérito.

9.8.3.1. Discussão dos Resultados

A CIPR informa que a definição de condição de trabalho se tornou obsoleta nos dias de vigência da publicação número 60, portanto ela não fará mais recomendações a este caráter.

O OIEA novamente não entra no mérito.

9.8.3.2. Conclusão

Acreditamos que este conceito poderia ser melhor aproveitado ou melhor elaboradas para prever doses superiores aos limites, evitando os efeitos danosos da radiação, como é feito no caso de exposições especiais planejadas, tendo em vista que o acompanhamento médico do trabalhador bem como o acompanhamento das doses recebidas por ele devem sempre ser acompanhadas. Evitando assim problemas futuros.

9.9. Níveis de referência

Este tema é abordado apenas pela CIPR no capítulo 7 da publicação n° 60, intitulado “Implantação das Recomendações da Comissão”.

Muitas vezes, é útil no gerenciamento das operações estabelecem valores das grandezas medidas acima dos quais se deveriam tomar alguma ação ou decisão específica. Esses valores geralmente são conhecidos como Níveis de Referência. Incluem Níveis de Registro, acima dos quais precisam ser registrar o resultado, ignorando-se os valores inferiores; Níveis de Investigação, a partir dos quais precisam ser examinar a causa ou implicações de um resultado; e Níveis de Intervenção, por cima dos quais precisam considerar a conveniência de elaborar ações reparadoras. O uso

destes Níveis pode evitar trabalhos desnecessários ou improdutivos e pode ajudar a assegurar uma alocação efetiva de recursos.

9.9.1. Discussão dos Resultados

A CIPR acredita na importância dos níveis de referência para tomadas de decisões específicas. Além de definir os níveis de registro, níveis de investigação, níveis de intervenção por cima dos quais precisam considerar a conveniência de elaborar ações reparadoras. O uso destes Níveis pode evitar trabalhos desnecessários ou improdutivos e pode ajudar a assegurar uma alocação efetiva de recursos.

O OIEA não entra no mérito dificultando uma discussão mais ampla.

9.9.2. Conclusão

A CIPR acertou em dar o devido valor a tais níveis, pois eles se mostram cada vez mais importantes no decorrer do tempo, o OIEA não os discute nesta publicação, o que consideramos um equívoco.

10. COMPARAÇÃO ENTRE A PUBLICAÇÃO NÚMERO 103 DA CIPR CONTRA A PUBLICAÇÃO GSR PARTE III DO OIEA

10.1. Objetivos da Proteção Radiológica

A Comissão considera que o uso do assim denominado modelo linear sem limiar (LSL) seja a melhor abordagem prática para gerenciamento do risco decorrente da exposição à radiação e comensurável ao ‘princípio preventivo’. A Comissão considera que o modelo LSL, continua sendo uma base prudente para a proteção radiológica em doses e taxas de doses pequenas.

A natureza probabilística dos efeitos estocásticos e as propriedades do modelo LSL tornam impossível efetuar uma distinção clara entre os termos ‘seguro’ e ‘perigoso’, e isto cria algumas dificuldades para a explicação do controle dos riscos decorrente da radiação. A principal implicação da filosofia deste modelo LSL é que deve ser assumido algum risco finito, porém pequeno, e estabelecido um grau de proteção que esteja baseado no que é julgado ser aceitável. Isto leva para o sistema de proteção da Comissão com seus três princípios fundamentais de proteção:

- **Justificação**
- **Otimização da Proteção**
- **Aplicação dos Limites de Dose**

Os principais componentes do sistema de proteção radiológica podem ser resumidos como segue:

- Uma caracterização das possíveis situações onde pode ocorrer a exposição à radiação (planejada, emergência, e existentes);
- Uma classificação dos tipos de exposição (aquelas que são certas de ocorrer e exposições potenciais, bem como exposições laborais, exposições médicas de pacientes e);
- Uma identificação dos indivíduos expostos (trabalhadores, pacientes e membros do público);
- Uma categorização dos tipos de determinação, isto é relacionada à fonte e relacionada ao indivíduo;
- Uma formulação precisa dos princípios de proteção: justificação, otimização da proteção, e aplicação dos limites de dose;

- Uma descrição dos valores das doses individuais que exigem ações de proteção ou determinações (limites de dose, restrições de dose e níveis de referência);
- Um delineamento das condições para a segurança das fontes de radiação, incluindo sua segurança (proteção física) e as exigências para prontidão e atendimento a emergências.

Por outro lado, apesar do OIEA concordar com a CIPR nos objetivos da proteção radiológica, ele nos apresenta uma maior quantidade de princípios, listados a seguir:

Princípio 1: responsabilidade para a segurança;

A responsabilidade primordial para a segurança deve permanecer com a pessoa ou organização responsável pela instalação ou pelas atividades que dão origem aos riscos da radiação.

Princípio 2: papel do governo;

Deve ser estabelecida e sustentada uma estrutura governamental legal efetiva para a segurança, incluindo órgão regulador independente

Princípio 3: liderança e gerenciamento para a segurança;

Deve ser estabelecida e sustentada uma liderança e gerenciamento para a segurança em organizações, instalações e atividades que dão origem aos riscos provocados por radiação.

Princípio 4: justificção das instalações e atividades;

Instalações e atividades que fornecem riscos provocados pela radiação devem fornecer acima de tudo um benefício.

Princípio 5: otimização da proteção;

A proteção deve estar otimizada e fornecer o mais elevado nível de segurança que possa ser racionalmente alcançado.

Princípio 6: limitação dos riscos aos indivíduos;

As medidas para controlar os riscos à radiação devem assegurar que nenhum indivíduo tenha um risco de dano inaceitável.

Princípio 7: proteção à atual e futuras gerações;

A população e o ambiente, atuais e futuros, devem estar protegidos contra os riscos da radiação.

Princípio 8: prevenção de acidentes;

Devem ser realizados todos os esforços práticos para prevenir e mitigar os acidentes nucleares ou com radiação.

Princípio 9: prontidão à resposta para a emergência;

Devem ser realizados arranjos para a prontidão e resposta em emergência para incidentes nucleares e com radiação.

Princípio 10: Ações protetoras para reduzir os riscos da radiação existente ou não regulamentada;

Devem ser justificadas e otimizadas as ações protetoras para reduzir os riscos à radiação existente ou não regulamentada.

10.1.1. Discussão dos Resultados

O objetivo da proteção radiologia não sofreu nenhuma alteração entre as duas publicações. A CIPR se mantém firme com os três princípios básicos: Justificação, Otimização e Limites de Dose, e aqui é onde reside a grande diferença entre as duas publicações. O OIEA apresenta sete princípios a mais para a proteção radiológica:

Princípio 1: responsabilidade para a segurança; **Princípio 2:** papel do governo;

Princípio 3: liderança e gerenciamento para a segurança; **Princípio 7:** proteção à atual e futuras gerações; **Princípio 8:** prevenção de acidentes; **Princípio 9:** prontidão à resposta para a emergência e, por fim, **Princípio 10:** Ações protetoras para reduzir os riscos da radiação existente ou não regulamentada. Os três princípios básicos estão classificados nos: **Princípio 4:** justificação das instalações e atividades; **Princípio 5:** otimização da proteção; **Princípio 6:** limitação dos riscos aos indivíduos; onde este último faria o papel da Limitação de Dose.

10.1.2. Conclusão

Acreditamos indevida esta triplicação dos princípios de proteção radiológica, sobretudo por não ter sido apresentada uma razão coerente por parte do OIEA. Os princípios básicos de Otimização, Justificação e Limitação da dose por só já abrangem muitos dos outros 7 princípios.

Acreditamos ainda que a CIPR acertou em continuar mantendo os 3 princípios básicos.

10.2. Exigências de Gerenciamento

Para a CIPR o primeiro, e em muitas maneiras o mais importante, dos passos práticos na aplicação das Recomendações da Comissão é o estabelecimento de uma atitude baseada na segurança em tudo que diz respeito a todas as operações desde a fase de projeto até o seu descomissionamento. Isto pode ser obtido somente por um comprometimento rigoroso com o treinamento e com o reconhecimento que a segurança é uma responsabilidade pessoal e é a principal preocupação demandada pela gerência superior.

O comprometimento explícito de uma organização pela segurança deve ser manifestado por declarações de política escritas pelo nível mais alto da gerência, pelo estabelecimento de estruturas de gerenciamento formais para ocupar-se com a proteção radiológica, pela emissão de instruções operacionais claras, e pelo apoio claro e demonstrável para aquelas pessoas com responsabilidade direta pela proteção radiológica do local de trabalho e do meio ambiente. Para traduzir este comprometimento em ação efetiva, o gerente sênior deve identificar critérios de projeto e operacionais apropriados, determinar acordos organizacionais, atribuir responsabilidades bem definidas para pôr em prática estas políticas, e estabelecer uma cultura dentro da qual todos os indivíduos pertencentes à organização reconhecem a importância de restringir tanto as exposições normais como potenciais às radiações ionizantes.

Deve haver planos para ocupar-se de acidentes e de emergências. Estes planos devem estar sujeitos a revisões e exercícios periódicos, e resultam em exigências gerenciais escritas.

O procedimento organizacional deve incluir envolvimento e participação de todos os trabalhadores. É sustentado por comunicações eficientes e pela promoção de competência que permite a todos os empregados manter uma contribuição responsável e informados sobre os esforços aplicados à proteção e segurança. A liderança visível e ativa de gerentes sênior é necessária para desenvolver e manter uma cultura sustentável de gerenciamento da proteção e segurança. O objetivo não é simplesmente evitar acidentes, mas sim motivar e incentivar as pessoas a trabalharem seguramente. É importante que o gerente assegure que os mecanismos sejam disponibilizados para que os trabalhadores possam proporcionar retorno para as disposições de proteção radiológica, e os trabalhadores devem estar plenamente envolvidos no desenvolvimento

de métodos para assegurar que as doses são tão baixas quanto racionalmente alcançáveis.

Outra responsabilidade comum do gerente operacional é fornecer acesso aos serviços ocupacionais que tratam da proteção e saúde.

O OIEA apresenta as seguintes exigências, incluindo aquelas para o desempenho operacional e coerentemente com os guias para a seguridade;

- (a) pela descrição das ações planejadas e sistemáticas necessárias para fornecerem confiabilidade adequada de que as exigências de proteção e segurança foram realizadas.
- (b) assegurar de que a proteção e a segurança não está comprometida com outras exigências;
- (c) providencia da avaliação regular do desempenho da proteção e da segurança e pela aplicação das lições aprendidas originadas da experiência;
- (d) promoção da cultura de segurança.

As partes principais devem assegurar que os elementos de proteção e a segurança do sistema gerencial estejam comensuráveis com a complexidade e os riscos da radiação associados com a atividade.

As partes principais devem poder demonstrar o efetivo cumprimento das exigências de proteção e segurança no sistema gerencial.

O OIEA ainda apresenta os fatores de Cultura de segurança e os Fatores humanos no que diz respeito ao Gerenciamento.

10.2.1 Discussão dos Resultados

A CIPR acredita que para que se cumpram as recomendações de gerenciamento deve-se sempre se basear na segurança em tudo que diz respeito a todas as operações desde a fase de projeto até o seu descomissionamento, através de um comprometimento rigoroso.

Ela ainda enfatiza o cuidado com o plano de emergência, e o envolvimento dos trabalhadores com a instituição. O objetivo não é simplesmente evitar acidentes, mas sim motivar e incentivar as pessoas a trabalharem seguramente e para isso o gerente deve assegurar que os mecanismos sejam disponibilizados.

O OIEA apresenta uma série de exigências que incluem as do desempenho operacional e coerentemente com os guias para a seguridade, onde assegura o comprometimento da proteção e segurança e avalia o desempenho desta última. O

Organismo ainda informa que se deve assegurar que os elementos de proteção e a segurança do sistema gerencial estejam comensuráveis com a complexidade e os riscos da radiação associados com a atividade e apresenta alguns fatores de cultura de segurança e fatores humanos no que diz respeito ao gerenciamento.

10.2.2 Conclusão

A CIPR é um pouco redundante neste tópico, afinal se todas as exigências de gerenciamento, que se baseiam na segurança forem cumpridas, desde que estas sigam o recomendado, tudo deverá ocorrer bem.

O OIEA, que é rico em detalhes, apresenta uma série de exigências abrangendo todos os aspectos imagináveis de gerenciamento, o que dificulta ao gerente de uma instalação em descobrir como cumprirá tudo aquilo que lhe é exigido, sendo que este não possui nenhum guia de como satisfazer estas exigências.

10.3. Situações de Exposição Planejada

A CIPR informa que as situações de exposição planejadas são aquelas onde a proteção radiológica pode ser planejada antecipadamente, antes que as exposições ocorram, e onde a intensidade e extensão das exposições podem ser racionalmente previstas. O termo abrange as fontes e situações que foram gerenciadas apropriadamente dentro das recomendações anteriores da Comissão para as práticas. Na introdução de uma situação de exposição planejada devem ser considerados todos os aspectos pertinentes à proteção radiológica. Estes aspectos incluirão, quando apropriado, projeto, construção, operação, descomissionamento, gerenciamento de rejeitos, e reabilitação de locais e instalações ocupados anteriormente, e considerarão as exposições potenciais bem como as exposições normais. As situações de exposições planejadas incluem também as exposições médicas de pacientes, incluindo seus prestadores de conforto e ajuda. Os princípios de proteção para situações planejadas também se aplicam ao trabalho planejado em conjunto com as situações de exposição existente e de emergência, uma vez que a emergência tenha sido colocada sob controle. As recomendações para situações planejadas, não apresentam alterações substanciais em relação aquelas fornecidas na Publicação 60 (CIPR, 1991b) e nas publicações subsequentes para a operação normal de práticas e proteção em medicina.

Pode ocorrer todas as categorias de exposição em situações de exposições planejadas, isto é, exposição laboral, exposição do público, e exposição médica de pacientes, incluindo as pessoas prestando conforto e apoio. O projeto e desenvolvimento de situações planejadas devem ter consideração apropriada para as exposições potenciais que possam resultar de desvios das condições normais de operação. Deve-se prestar a atenção devida para a avaliação das exposições potenciais e para a aplicação relacionada com a segurança e vigilância das fontes de radiação.

Para o OIEA as exigências para as situações de exposição planejada aplicam-se às seguintes práticas:

- (a) produção, suprimento e transporte de material radioativo e de aparelhos que contenham material radioativo, incluindo fontes seladas e não seladas e produtos de consumo;
- (b) produção e suprimento de equipamentos geradores de radiação, incluindo aceleradores lineares, ciclotrons e equipamento radiográfico fixo e móvel;
- (c) geradores de potência nuclear, incluindo qualquer atividade referente ao ciclo do combustível nuclear que envolve ou possa envolver exposição à radiação ou exposição à materiais radioativos;
- (d) uso da radiação ou materiais radioativos para propósitos médicos, industriais, veterinários, agrícolas, legais ou de seguridade, incluindo o uso de equipamento associado, programação de informática “software” ou instrumentos onde este o uso afeta a exposição à radiação;
- (e) uso da radiação ou material radioativo para educação, treinamento ou pesquisa, incluindo qualquer atividade relativa à estes usos ou que envolve outros possa envolver exposição à radiação ou à materiais radioativos;
- (f) mineração e processamento de materiais e matérias primas que envolvem a exposição causada pelos materiais radioativos;
- (g) qualquer outra prática quando especificado pelo órgão regulador.

As exigências para as situações de exposição planejada aplicam-se às exposições causadas por fontes usadas nas práticas como segue:

- (a) Instalações que contenham material radioativo ou geradores de radiação, incluindo as instalações nucleares, médicas, veterinárias, gerenciamento de rejeitos radioativos, de processamento de material radioativo, extração mineral e processamento de minério que envolvem ou possam envolver exposição à radiação ou a materiais radioativos;

(b) Fontes de radiação individuais, incluindo fontes do tipo de instalações mencionadas no parágrafo (a), sempre que apropriado, em obediência às exigências do órgão regulador.

As exigências para as situações de exposição planejada aplicam-se a todas as disposições laborais, médicas ou do público causadas por qualquer prática ou por uma fonte de uma prática específica.

Em geral, as disposições causadas por fontes naturais são consideradas como situações de exposição existente e estão sujeitas às exigências estabelecidas. Contudo, as exigências pertinentes, para a situações de exposição planejadas aplicam-se para:

(a) Exposição causada por material especificado anteriormente em qualquer prática onde a concentração de atividade no material de qualquer radionuclídeo das cadeias de decaimento do urânio ou do tório é maior do que um Bq/g ou a concentração de atividade de ^{40}K é maior do que 10 Bq/g;

(b) Exposição do público recebida por descargas ou gerenciamento de rejeitos radioativos surgidos de uma prática envolvendo materiais como aqueles especificados anteriormente.

(c) Exposição causada pelo ^{222}Rn e ^{220}Rn e seus progenitores em locais de trabalho nos quais a exposição laboral é causada por outros radionuclídeos da série do urânio e do tório é controlada como uma situação de exposição planejada;

(d) Exposição causada pelos pais do ^{222}Rn e ^{220}Rn , quando a concentração de atividades anual média de ^{222}Rn no ar no local de trabalho permanece acima do nível de referência após ter sido satisfeita exigência estabelecida.

10.3.1 Discussão dos Resultados

A CIPR define o conceito de exposição planejada e a abrangência deste tema e que quando introduzida uma situação de exposição planejada devem ser considerados todos os aspectos pertinentes à proteção radiológica. Ela segue descrevendo tais aspectos, que vão desde o início até o fim da vida útil da instalação, incluindo ainda as exposições normais, médicas e potenciais.

O OIEA apresenta algumas exigências para as situações de exposição planejada que aplicam-se quase todas as práticas, incluindo o transporte de material radioativo e as áreas onde se tem conhecimento da aplicação da energia nuclear. O Organismo ainda se aprofunda nas situações de exposição planejada, bem como onde se aplicam. Discute

ainda as situações de exposição existentes, das quais se aplicam algumas exigências de exposições planejadas, o OIEA segue descrevendo as situações as quais elas se aplicam.

10.3.2 Conclusão

Neste assunto a CIPR não é tão abrangente quanto o OIEA, que apesar de apresentar uma série de exigências discorre amplamente do tema abordado.

10.4. Categorias de exposição

A CIPR faz distinção entre três categorias de exposição: exposições laborais, exposições de público, e exposições médicas de pacientes, bem como o OIEA, seguiremos a seguir discutindo as abordagens de cada publicação a estas categorias.

10.4.1. Exposição Laboral

A exposição laboral é definida pela CIPR como todas as exposições a radiação de trabalhadores recebidas como resultado de seu trabalho. A Comissão adotou a definição convencional de exposição laboral para qualquer agente perigoso como aquela que inclui todas as exposições decorrentes do trabalho, independentemente de sua fonte. Entretanto, por causa da ambiguidade da radiação a aplicação direta desta definição para radiação indicaria que todos os trabalhadores deveriam estar sujeitos a um regime de proteção radiológica. Portanto, a Comissão limita seu uso de ‘exposições laborais’ para exposições a radiação recebida no trabalho como resultado de situações que possam racionalmente estar relacionadas com a responsabilidade do gerente de operação

O empregador possui a responsabilidade principal pela proteção dos trabalhadores. Porém, a pessoa licenciada responsável pela fonte (se não for a mesma que o empregador) também terá responsabilidade pela proteção radiológica dos trabalhadores. Quando os trabalhadores são engajados em trabalhos que envolvem, ou pode envolver uma fonte que não se encontra sob o controle do empregador, a pessoa licenciada e o empregador devem cooperar pela troca de informação e por outros meios quando necessário para facilitar a proteção radiológica adequada para o local de trabalho.

Para a exposição laboral o OIEA nos traz uma série de exigências, as quais seguem:

Exigência 19: Responsabilidades do órgão regulatório específicas à exposição laboral, onde o governo ou órgão regulatório deve estabelecer e manter em vigor as

exigências para assegurar a proteção e a segurança estejam otimizadas e o órgão regulatório deve manter em vigor a obediência aos limites de dose para a exposição laboral.

Exigência 20: Exigências para o monitoramento e registro das exposições laborais, onde o órgão regulatório deve estabelecer e manter em vigor as exigências para o monitoramento e o registro das exposições laborais em situações de exposição planejada.

Exigência 21: Responsabilidades dos empregadores, registrados e licenciados para a proteção dos trabalhadores, onde os empregadores, registrados e licenciados devem ser responsáveis pela proteção dos trabalhadores à exposição laboral. Os empregadores, registrados e licenciados devem assegurar que a proteção e a segurança estejam otimizadas e que os limites de dose para a exposição laboral não sejam excedidos.

Exigência 22: obediência pelos trabalhadores, onde os trabalhadores devem efetuar as suas obrigações ao realizar os seus deveres a respeito da proteção e da segurança.

Exigência 23: Colaboração entre empregador, registrado e licenciado, onde os empregadores, registrados e licenciados devem colaborar em uma extensão necessária para obediência, por todas as partes responsáveis, às exigências da proteção e da segurança.

Exigência 24: arranjos submetidos ao programa de radioproteção, onde empregadores, registrados e licenciados devem estabelecer e manter arranjos organizacionais, de procedimentos e técnicos para a especificação de áreas controladas e supervisionadas para regras locais e para o monitoramento de área, em um programa de proteção radiológica para a exposição laboral.

Exigência 25: determinação da exposição laboral e controle sanitário dos trabalhadores, onde empregadores, registrados e licenciados devem ser responsáveis para efetuarem arranjos para a determinação e o registro da exposição laboral e para o controle sanitário dos trabalhadores.

Exigência 26: informação, instrução e treinamento, onde os empregadores, registrados e licenciados devem prover os trabalhadores com a adequada informação, instrução e treinamento de proteção e segurança.

Exigência 27: condições do serviço, onde os empregadores, registrados e licenciados não devem oferecer benefícios em substituição às medidas de proteção e segurança.

Exigência 28: arranjos especiais para a proteção e a segurança de trabalhadoras e para as pessoas menores de 18 anos submetidas a treinamento, onde os

empregadores, registrados e licenciados devem efetuar arranjos especiais para as trabalhadoras quando necessário, para a proteção do embrião ou feto e crianças alimentadas pelas mamas. Os empregadores, registrados e licenciados devem efetuar arranjos especiais para a proteção e a segurança das pessoas com idade inferior aos 18 anos que se encontram em treinamento.

10.4.1.1 Discussão dos Resultados

O OIEA não entra no mérito da definição do conceito de Exposição laboral e também não diz onde este conceito se aplica, porém ele apresenta dez exigência para a exposição laboral que atribuiu deveras responsabilidades ao governo, órgão regulatório, ao trabalhador e aos de idade inferior a 18 anos. A CIPR por sua vez define os conceito e extensões da exposição laboral, bem como a responsabilidade do empregador, atribuindo a ele a responsabilidade pelo trabalhador e a responsabilidade da pessoa licenciada pela fonte (se não for a mesma que o empregador) que deverá responder pela proteção radiológica dos trabalhadores.

10.4.1.2 Conclusão

O fato OIEA apresentar tantas exigências com relação a exposição laboral o torna muito ditatório, acreditamos ser importante definir as responsabilidades, mas elas deveriam ser expostas de uma forma que propiciasse o enquadramento da instalação perante à norma e não impondo as condições de maneira abrupta, exigindo. Talvez uma simples troca de termo, de exigência para requerimento já tiraria este peso da publicação. Definir os termos de forma adequada seria de grande valor para a publicação, assim como faz a CIPR, que apesar de não se aprofundar tanto no assunto exhibe todo conteúdo necessário para o funcionamento da instalação.

10.4.2. Exposição de público

A exposição de público engloba todas aquelas que não sejam exposições laboral e exposições médicas de pacientes. É recebida como resultado de uma série de fontes de radiação. O componente de exposição do público causada por fontes naturais é consideravelmente a maior, porém isso fornece justificativa para dar menos atenção às de menores contribuições causada por de exposição artificial, que são mais facilmente

controláveis. As exposições do embrião e feto de trabalhadoras grávidas são consideradas e regulamentadas como exposições públicas.

Para o OIEA as exigências com relação à exposição do público nas situações de exposição planejada aplicam-se às exposições do público causadas por uma prática ou uma fonte da prática.

Exigência 29: responsabilidades, do governo e do órgão regulador, específicas para a exposição do público, onde o governo e o órgão regulador deve estabelecer as responsabilidades das partes pertinentes que são específicas para a exposição do público, deve estabelecer e manter em vigor as exigências para a otimização e deve estabelecer e o órgão regulador manter em vigor a conformidade com os limites para a exposição do público.

Exigência 30: responsabilidades das partes pertinentes específicas para a exposição do público, onde as partes pertinentes devem aplicar o sistema de proteção e segurança para proteger os membros do público contra as exposições.

10.4.2.1. Discussão dos resultados

A CIPR define o termo “exposição do público” e a classifica. Informa também que, apesar deste grupo ser o maior, os valores de dose aos quais ele é exposto é insignificante, por ser de caráter natural e que as exposições do embrião e feto de trabalhadoras grávidas são consideradas e regulamentadas como exposições públicas.

Por sua vez o OIEA apresenta duas exigências com relação à exposição do público que especifica a responsabilidade do governo e do órgão regulador bem como das partes pertinentes para a exposição do público.

10.4.2.2. Conclusão

Acreditamos que a abordagem da CIPR em relação a este tema é forte, pois define o conceito e justifica a pouca atenção dispensada a este tipo de exposição, bem como elucida o leitor a respeito das doses para o feto.

O OIEA por sua vez não apresenta nenhuma destas definições, pressupondo que o leitor isto já é sabido. Ele segue com suas exigências para este assunto, que é voltada ao governo, ao órgão regulador e as partes pertinentes.

10.4.3. Exposição médica de pacientes

A CIPR nos informa que as exposições a radiação de pacientes ocorrem em procedimentos diagnósticos, intervencionistas, e terapêuticos. Existem várias características de práticas radiológicas em medicina que exigem uma abordagem que difere da proteção radiológica em outras situações de exposições planejadas. A exposição é intencional e para o benefício direto do paciente. Particularmente, em radioterapia, os efeitos biológicos de altas doses de radiação, por exemplo, a morte de células, são utilizados para o benefício do paciente no tratamento do câncer e outras enfermidades. A aplicação destas Recomendações para os usos médicos da radiação, portanto, exige orientação separada.

Novamente o OIEA nos traz as exigências com relação à exposição médica em situações de exposição planejada que aplicam-se a todas as exposições médicas, incluindo exposições pretendidas, não pretendidas e acidentais.

Os limites de dose não se aplicam às exposições médicas.

Exigência 34: Responsabilidades do governo específicas para a exposição médica, onde o governo deve garantir que as partes pertinentes estão autorizadas a desempenhar os seus papéis e responsabilidades e que são estabelecidos os níveis de referência para diagnóstico, as restrições de dose, os critérios e as guias para a liberação de pacientes.

Exigência 35: Responsabilidades do órgão regulador específicas para a exposição a médica, onde o órgão regulador deve exigir que os profissionais de saúde com responsabilidades nas exposições médicas sejam especializados na área apropriada e que satisfaçam as exigências de educação, treinamento e competência em sua especialidade.

Exigência 36: responsabilidades dos registrados e licenciados específicas para a exposição médica, onde os registrados e os licenciados devem garantir que nenhuma pessoa incorra em uma exposição médica a não ser que exista uma apropriada recomendação, que tenha sido assumida a responsabilidade de garantir a proteção e a segurança e que a pessoa submetida à exposição tenha sido informada como é apropriado a respeito dos benefícios e riscos esperados.

Exigência 37: justificação das exposições médicas, onde as partes pertinentes devem garantir que as exposições médicas estão justificadas.

Exigência 38: otimização da proteção e da segurança, onde os registrados e licenciados e os praticantes médicos radiológicos devem garantir que a proteção e a segurança estejam otimizadas em cada exposição médica.

Exigência 39: mulher grávida ou amamentadora, onde os registrados e os licenciados devem garantir que existem dispositivos de proteção à radiação adequados nos casos em que uma mulher é ou possa estar grávida ou é amamentadora.

Exigência 40: liberação de pacientes após terapia com radionuclídeos, onde os registrados e os licenciados devem garantir que existem procedimentos para assegurar uma proteção à radiação adequada para os membros do público e para a família antes que um paciente seja liberado após terapia com radionuclídeo.

Exigência 41: exposições médicas não pretendidas ou acidentais, onde os registrados e os licenciados devem garantir que foram tomadas todas as medidas praticáveis para minimizar a probabilidade de exposições médicas não pretendidas ou acidentais. Os registrados e os licenciados deve investigar imediatamente qualquer uma destas exposições e, se for apropriado, deve implementar ações corretivas.

Exigência 42: exames e registros, onde os registrados e os licenciados devem garantir que os exames radiológicos são executados periodicamente nas instalações de radiação médica e que são mantidos os registros.

10.4.3.1 Discussão dos Resultados

A CIPR classifica as exposições médicas e explana sobre as abordagens que diferem da proteção radiológica em exposições planejadas, neste tipo de exposição, o benefício é exclusivo do paciente.

O OIEA apresenta 9 exigências com relação à exposição médica em situações de exposição planejada que aplicam-se a todas as exposições médicas, incluindo exposições pretendidas, não pretendidas e acidentais, onde novamente atribui as responsabilidades do governo, do órgãos regulador, os registrados e licenciados, para as mulheres grávidas ou em fase de amamentação, para os pacientes após a radioterapia. O OIEA ainda informa que os limites de dose não se aplica às exposições médicas.

10.4.3.2 Conclusão

Acreditamos que no caso da exposição médica, a junção dos textos escritos pela CIPR e pelo OIEA daria uma definição completa do assunto, pois o OIEA discute mais profundamente o assunto através de suas exigências e a CIPR apresenta as definições e discute melhor as abordagens desde assunto.

10.5. Situação de exposição de emergência

Para a CIPR, as situações de exposições de emergência são situações inesperadas que podem exigir a aplicação de ações de proteção urgentes, e talvez também ações de proteção a longo prazo. Nestas situações pode ocorrer a exposição de membros do público ou de trabalhadores, bem como a contaminação do meio ambiente. As exposições podem ser complexas no sentido que elas podem resultar de várias vias independentes, talvez atuando simultaneamente. Além disso, os perigos radiológicos podem ser acompanhados por outros perigos (químico, físico, etc.). As ações para resposta devem ser planejadas porque as situações de exposição de emergência podem ser avaliadas antecipadamente, com maior ou menor precisão dependendo do tipo de instalação ou situação sendo considerada. Entretanto, por causa das situações de exposição de emergências reais serem inerentemente imprevisíveis, a natureza exata das medidas de proteção necessárias não pode ser conhecida antecipadamente, porém deve envolver flexibilidade para atender as circunstâncias reais. A complexidade e variabilidade destas situações fornecerão então o caráter único que merece seu tratamento específico pela Comissão em suas Recomendações.

Agora a Comissão põe ênfase na importância da justificativa e estratégias de otimização da proteção para aplicação em situações de exposição de emergência, o processo de otimização sendo orientado pelos níveis de referência.

Em situações de exposição de emergência deve ser dada atenção particular para a prevenção de efeitos determinísticos graves causados à saúde quando as doses poderiam alcançar níveis altos em curtos períodos de tempo. No caso de emergências maiores uma avaliação baseada nos efeitos causados à saúde seria insuficiente e devem ser consideradas consequências sociais, econômicas e outras. Outro objetivo importante é preparar-se, tanto quanto praticável, para reconsiderar as atividades sociais e econômicas consideradas como ‘normal’.

No planejamento de situações de emergência, devem ser aplicados níveis de referência no processo de otimização. Os níveis de referência para as mais altas doses residuais planejadas em situações de emergência, tipicamente, se encontram na banda de 20 mSv a 100 mSv de dose projetada.

Deve ser prestada atenção particular para a mulher grávida e as crianças, bem como devem ser desenvolvidos planos de emergência para adequar-se a todos os cenários possíveis.

O OIEA apresenta novas exigências para as situações de exposição de emergência que aplicam-se às atividades empreendidas na prontidão e resposta à emergências nucleares e radiológicas.

Exigência 43: Sistema de gerenciamento da emergência, onde o governo deve garantir que seja estabelecido e mantido um sistema de gerenciamento das emergências integrado e coordenado.

O sistema de gerenciamento das emergências deve fornecer para os elementos essenciais do cenário e para o local, a nível nacional e internacional, sempre que for adequado, a inclusão do que segue:

- (a) determinação dos perigos;
- (b) desenvolver e exercitar os planos e procedimentos de emergências;
- (c) distribuição clara das responsabilidades das pessoas e das organizações que têm papéis nos programas de prontidão e resposta nas emergências;
- (d) organização para a cooperação e coordenação entre as organizações, eficiente e eficaz;
- (e) comunicação confiável, incluindo a informação ao público;
- (f) estratégias de proteção otimizadas para a implementação e o término das medidas para a proteção dos membros do público que possam estar submetidos à exposição em uma emergência, incluindo considerações importantes para a proteção do ambiente;
- (g) arranjos para a proteção dos trabalhadores envolvidos na emergência;
- (h) educação e treinamento, incluindo a radioproteção para todas as pessoas envolvidas na resposta e nos exercícios dos planos e procedimentos das emergências;
- (i) preparações para a transição de uma situação de exposição de emergência para uma situação de exposição existente;
- (j) arranjos durante a emergência para uma resposta médica e pública sanitária;
- (k) organização de um monitoramento individual e ambiental para a determinação das doses;
- (l) envolvimento das partes pertinentes e interessadas.

O governo deve garantir a coordenação de suas organizações de emergência e as possibilidades com as organizações de emergência internacionais.

Para exposições acidentais e ou de emergência do público o OIEA traz a exigência dada a seguir:

Exigência 44: prontidão e resposta a uma emergência, onde o governo deve garantir que foram desenvolvidas, justificadas e otimizadas no estágio de planejamento as estratégias de proteção foi empreendida a resposta à emergência por meio de sua implementação em tempo

Para exposições acidentais e ou de emergência do trabalhador o OIEA traz a exigência dada a seguir:

Exigência 45: arranjos para controlar a exposição de emergência dos trabalhadores, onde o governo deve estabelecer um programa para o gerenciamento, o controle e o registro das doses recebidas em uma emergência pelos trabalhadores

10.5.1 Discussão dos Resultados

A CIPR define o termo em estudo, as pessoas potencialmente expostas nestas situações. Recomenda que para tais situações uma ação de resposta deve ser tomada, geralmente esta ação é pré estabelecida, entretanto, por causa das situações de exposição de emergências reais serem inerentemente imprevisíveis, a natureza exata das medidas de proteção necessárias não pode ser conhecida antecipadamente, porém deve envolver flexibilidade para atender as circunstâncias reais. A CIPR também alerta para o cuidado para com os efeitos determinísticos

Agora a Comissão põe ênfase na importância da justificativa e estratégias de otimização da proteção para aplicação em situações de exposição de emergência, o processo de otimização sendo orientado pelos níveis de referência.

Ela também recomenda a consideração com as consequências sociais, econômicas e outras. Discute o planejamento de situações de emergência, enfatizando que devem ser aplicados níveis de referência no processo de otimização, que para as mais altas doses residuais planejadas em situações de emergência se encontram entre 20 mSv a 100 mSv de dose projetada. Por fim a CIPR lembra que se deve prestar uma atenção particular para a mulher grávida e as crianças.

O OIEA não é tão extenso quanto a CIPR e apresenta 3 novas exigências para as situações de exposição de emergência que aplicam-se às atividades empreendidas na prontidão e resposta a emergências nucleares e radiológicas, nas quais o governo deve garantir que seja estabelecido um sistema de gerenciamento das emergências integrado e coordenado, fornecendo elementos essenciais do cenário para o local a todos os níveis.

10.5.2 Conclusão

Com exceção a exigência 44 do OIEA, que é uma recomendação da CIPR também, a exigência 43 dificilmente será fielmente cumprida pelos gestores de instalações, pois muitas delas tem caráter de produção de materiais, e, cumprir a exigência **(b)** desenvolver e exercitar os planos e procedimentos de emergências; **(h)** educação e treinamento, incluindo a radioproteção para todas as pessoas envolvidas na resposta e nos exercícios dos planos e procedimentos das emergências; demandaria a paralização do serviço de produção que resultaria na perda de receita para a instalação, sendo assim caberia ao OIEA determinar um período ideal para que se realizassem os exercícios dos planos e exercícios de emergências com relatório de avaliação do resultado do mesmo para a entidade competente. Além do mais fornecer benefícios ao trabalhador que se interesse por educação e treinamento do serviço prestado incentivando-o seguir os procedimentos de proteção radiológica. Acreditamos ainda que muitas responsabilidades são atribuídas ao governo, mas o OIEA não define exatamente os órgãos competentes, julgamos conveniente ser estabelecido órgão governamental com caráter regulatório e normativo e um segundo com caráter fiscal, pois isso seria a favor da ética.

10.6. Situação de exposição existente

A CIPR nos informa que as situações de exposições existentes são aquelas que já existiam quando foi tomada uma decisão sobre o controle. Existem muitos tipos de situações de exposição existente que podem causar exposições suficientemente altas para exigir ações de proteção radiológica, ou pelo menos a sua consideração. A presença de radônio em moradias ou locais de trabalho, e o material radioativo de ocorrência natural (NORM) são exemplos bem conhecidos. Também pode ser necessária a tomada de decisões de proteção radiológica relacionadas com as situações de exposições existentes artificiais tais como a presença de resíduos no meio ambiente resultante de emissões radiológicas devido a operações que não foram conduzidas dentro do sistema de proteção da Comissão, ou terreno contaminado resultante de um acidente ou de um evento radiológico. Também existem situações de exposições existentes para as quais obviamente a ação para reduzir as exposições não seria autorizada. A decisão sobre quais componentes da exposição existente não são favoráveis ao controle exige considerações por parte da autoridade regulamentadora que

dependerão da possibilidade de exercer controle sobre a fonte ou exposição, e também sobre as circunstâncias econômicas, sociais e culturais predominantes.

A Comissão recomenda que sejam utilizados os níveis de referência, estabelecidos em termos de dose individual, em conjunto com a aplicação do processo de otimização para as exposições em situações de exposição existente. O objetivo é aplicar estratégias de proteção otimizadas, ou uma escala progressiva de tais estratégias, que reduziria as doses individuais abaixo do nível de referência. Entretanto, as exposições abaixo do nível de referência não deveriam ser ignoradas; estas circunstâncias de exposição também devem ser avaliadas para comprovar se a proteção foi otimizada, ou se são necessárias mais medidas de proteção. É responsabilidade da autoridade regulamentadora decidir sobre a condição legal do nível de referência, que é aplicado para controlar uma situação particular. Retrospectivamente, quando for aplicada ações de proteção, os níveis de referência também podem ser usados como um marco padrão para avaliação da eficácia das estratégias de proteção. O uso dos níveis de referência numa situação existente é ilustrado na Fig. 1, que mostra a evolução da distribuição de doses individuais com o transcorrer do tempo como resultado do processo de otimização.

Fig. 1. Uso do nível de referência numa situação de exposição existente e a evolução da distribuição de doses individuais com o transcorrer do tempo como resultado do processo de otimização.

Tipicamente, os níveis de referência para as situações de exposição de emergência devem ser estabelecidos na banda de 1 mSv a 20 mSv de dose projetada. Os indivíduos envolvidos devem receber informação geral sobre a situação de exposição e os meios para reduzir suas doses. Em situações onde o estilo de vida individual é um parâmetro dominante das exposições, podem ser consideradas como exigências importantes o monitoramento ou avaliação individual bem como a educação e o

treinamento. Viver em terrenos contaminados após um acidente nuclear ou um evento radiológico é uma situação típica dessa classe.

Os principais fatores a serem considerados para o estabelecimento dos níveis de referência para as situações de exposição existente são a viabilidade de controlar a situação, e a experiência anterior para o gerenciamento de situações similares. Na maioria das situações de exposição existente, existe um desejo do indivíduo exposto, bem como das autoridades, em reduzir as exposições a níveis tais que estejam próximos ou similares a situações consideradas como 'normal'. Particularmente, isto se aplica em situações de exposições provenientes de materiais resultantes de ações humanas, por exemplo, resíduos de NORM e contaminações devido a acidentes.

Por sua vez o OIEA apresenta as exigências para as situações de exposição existente desde capítulo aplicam-se:

(a) exposições causadas por contaminação de áreas por materiais radioativos residuais originados de:

(i) atividades realizadas no passado que nunca foram submetidas ao controle regulatório ou que foram submetidas ao controle regulatório mas não de conformidade com as exigências destas regras;

(ii) a uma emergência nuclear ou radiativa, após ter sido declarada terminada uma situação de exposição de emergência (como exigido no para 4.20);

(b) exposição causada por mercadoria, incluindo alimentos, forragem, água potável e materiais de construção, que incorporam radionuclídeos originados de material radioativo residual;

(c) exposição causada por fontes naturais, incluindo:

(i) ^{222}Rn , ^{220}Rn e seus descendentes, em locais de trabalho diferentes daqueles nos quais a exposição causada por radionuclídeos diferentes das cadeias do urânio e do tório estão controlados como uma situação de exposição planejada, em moradias e em outras edificações com fatores de ocupação elevados para os membros do público;

(ii) radionuclídeos de origem natural, independentemente da concentração de atividade, em mercadorias, incluindo alimentos, forragem, água potável, fertilizantes agrícolas e correções do solo, material de construção e resíduos existentes no ambiente.

Exigência 47: responsabilidades do governo específicas para situações de exposição existente, onde o governo deve garantir que as situações de exposição existente identificadas foram avaliadas para determinar quais são pertinentes com relação as exposições laborais e públicas do ponto de vista da radioproteção.

O governo deve garantir que, quando é identificada uma situação de exposição existente, são atribuídas as responsabilidades a respeito da proteção e da segurança e são estabelecidos os níveis de referência apropriados.

O governo deve incluir na estrutura legal e reguladora para a proteção e a segurança os dispositivos para o gerenciamento das situações de exposição existente. O governo na estrutura legal e regulatória, sempre que for apropriado, deve:

- (a) especificar a situação de exposição que é incluída no escopo da situações de exposição existente;
- (b) especificar os princípios gerais essenciais para as estratégias de proteção desenvolvidas para reduzir a exposição quando for determinado serem justificadas ações remediadoras e protetoras;
- (c) distribuir as responsabilidades para o estabelecimento e a implementação de estratégias de proteção ao órgão regulador e à outras autoridades pertinentes⁵¹, e, sempre que for apropriado, aos registrados e licenciados e outras partes envolvidas na implementação das ações remediadoras e protetoras;
- (d) providenciar, sempre que for apropriado, o envolvimento das partes interessadas nas decisões visando o desenvolvimento e a implementação de estratégias de proteção.

O órgão regulador ou outra autoridade pertinente nomeada para estabelecer uma estratégia de proteção para uma situação de exposição existente deve garantir que ela especifique:

- (a) os objetivos a serem alcançados usando estratégia de proteção;
- (b) níveis de referência adequados.

A autoridade reguladora ou outra autoridade pertinente deve implementar a estratégia de proteção, incluindo:

- (a) arranjos para a avaliação das ações remediadoras e protetoras para alcançar os objetivos e para a avaliação da eficácia das ações planejadas e implementadas;

(b) a garantia de que a informação está disponível aos indivíduos submetidos à exposição para riscos sanitários potenciais e para os meios disponíveis para reduzir suas exposições e os riscos associados.

10.6.1. Discussão dos Resultados

A Comissão define o conceito de exposição existente, menciona que existem muitos tipos de situações em que elas ocorrem. Nos dá o radônio como exemplo de exposições existentes e fala sobre a necessidade da tomada de decisão de proteção radiológica relacionada a estas exposições, que podem ser naturais ou artificiais. A CIPR ainda informa que cabe a autoridade regulamentadora a decisão sobre os componentes da exposição existente que não são favoráveis que dependerão da possibilidade de exercer controle sobre a fonte ou exposição, e também sobre as circunstâncias econômicas, sociais e culturais predominantes.

A Comissão recomenda que sejam utilizados os níveis de referência, objetivando aplicar estratégias de proteção otimizada em escala progressiva, não ignorando se quer as exposições de baixo nível. A CIPR define também que a autoridade regulamentadora deve decidir a condição legal do nível de referência. Estabelece ainda os níveis de referência, que estão entre 1 mSv a 20 mSv de dose projetada.

Por sua vez o OIEA apresenta suas exigências para as situações de exposição existente, informando onde se aplicam, dentre elas destacamos a seguinte

(a) exposições causadas por contaminação de áreas por materiais radioativos residuais originados de:

(i) atividades realizadas no passado que nunca foram submetidas ao controle regulatório ou que foram submetidas ao controle regulatório mas não de conformidade com as exigências destas regras;

Estas exigências também atribuem as responsabilidades do governo para situações de exposição de emergência.

10.6.2. Conclusões

Acreditamos que a CIPR cumpre seu papel na proteção radiológica definindo o termo corretamente, coisa que frequentemente não vemos no OIEA, definições de termos, que já nos convence que realmente é necessário um refinado conhecimento prévio para aderir suas normas, mas o que nos chama a atenção é exigência de

exposição existente item (a) – “(i) atividades realizadas no passado que nunca foram submetidas ao controle regulatório ou que foram submetidas ao controle regulatório mas não de conformidade com as exigências destas regras”

É difícil acreditar que países, como os europeus e norte-americanos por exemplo, se responsabilizarão por todo o rejeito radioativo que descartou indevidamente no oceano, ou ainda os impactos ambientais caudados por seus testes nucleares. Afinal todos eles são materiais residuais.

10.7. Limites de Dose

A CIPR concluiu que os limites de doses existentes que foram recomendados na Publicação 60 (CIPR, 1991b) continuam a fornecer um grau de proteção apropriado. Dentro de uma categoria de exposição, laboral ou público, os limites de dose se aplicam para a soma das exposições devido a fontes relacionadas com as práticas que já foram justificadas. Os limites de dose recomendados são resumidos na Tabela 2.

Tabela 2. Limites de dose recomendados para situações de exposição planejadas^a, pela CIPR

Tipo de Limite	Laboral	Público
Dose efetiva	20 mSv por ano, média calculada para um período de 5 anos definido ^e	1 mSv em um ano ^f
Dose equivalente anual:		
Cristalino dos olhos ^b	150 mSv	15 mSv
Pele ^{c,d}	500 mSv	50 mSv
Mãos e pés	500 mSv	-

a Os limites para dose efetiva são válidos para a soma das doses efetivas específicas devido a exposição externa recebidas no período de tempo especificado e a dose efetiva comprometida devido as incorporações de radionuclídeos no mesmo período. Para pessoas adultas, a dose efetiva comprometida é calculada para um período de 50 anos após a incorporação, enquanto que para crianças é calculada para um período até atingir a idade de 70 anos.

b Atualmente estes limites estão sendo revisados por um Grupo Tarefa da CIPR .

c A limitação para a dose efetiva proporciona proteção suficiente para a pele devido os efeitos estocásticos.

d Média calculada em 1 cm² de área da pele ao invés da área exposta.

e Com uma clausula adicional de que a dose efetiva não deve exceder a 50 mSv em um único ano. São aplicadas restrições adicionais para a exposição laboral da mulher grávida.

f Em circunstâncias especiais, pode ser permitido um valor maior para a dose efetiva em um único ano, desde que a média em um período de 5 anos não exceda a 1 mSv por ano.

Para a exposição laboral em situações de exposição planejadas, a Comissão continua recomendando que o limite deve ser expressado como uma dose efetiva de 20 mSv por ano, como média calculada num período de 5 anos definido (100 mSv em 5 anos), com uma cláusula adicional que a dose efetiva não deve exceder a 50 mSv em um único ano.

Para a exposição de público em situações de exposição planejadas, a Comissão continua recomendando que o limite deva ser expressado como uma dose efetiva de 1 mSv em um ano. Entretanto, em circunstâncias especiais pode-se permitir um valor maior de dose efetiva em um único ano, desde que a média calculada num período de 5 anos não exceda a 1 mSv por ano.

Os limites de dose efetiva se aplicam para a soma das doses devido as exposições externas e doses comprometidas devido as exposições internas causadas pela incorporação de radionuclídeos. Na Publicação 60 (CIPR, 1991b), a Comissão estabelece que as incorporações ocupacionais possam ter sua média calculada num período de 5 anos para proporcionar alguma flexibilidade. A Comissão continua mantendo este ponto de vista. Similarmente, a média calculada para as incorporações de público durante um período de 5 anos seria aceita naquelas circunstâncias especiais onde a média calculada para a dose de membros do público fosse permitida.

Os limites de dose não são aplicados em situações de exposição de emergência uma pessoa exposta, que seja informada, é envolvida em ações voluntárias para salvar vida ou é acionada para evitar uma situação catastrófica. Para voluntários informados realizando operações urgentes de resgate, a dose restritiva normal pode ser relaxada. Entretanto, para pessoas acionadas para responder em operações de recuperação e restauração numa fase posterior da situação de exposição de emergência deve ser considerada como trabalhador exposto e deve ser protegido de acordo com o padrão de proteção radiológica laboral normal, e suas exposições não devem exceder os limites de dose ocupacionais recomendados pela Comissão. Desde que a Comissão recomenda medidas de proteção específicas para trabalhadores do sexo feminino que tenham declarado que estão grávidas ou está amamentando uma criança, e tenha considerado as incertezas desfavoráveis que envolvem as medidas de resposta imediatas no evento de uma situação de exposição de emergência, os trabalhadores do sexo feminino nestas condições não devem ser empregados como primeiros atuadores para salvar vidas ou em outras ações de urgência.

Na publicação do OIEA os limites de dose para a exposição laboral de trabalhadores com idade superior aos 18 anos os limite de dose são:

- (a) uma dose efetiva de 20 mSv por ano mediada sobre cinco anos consecutivos (100 mSv em 5 anos) e 50 mSv em qualquer ano singular;
- (b) uma dose equivalente no cristalino de 20 mSv por ano mediada em 5 anos consecutivos (100 mSv em 5 anos) e de 50 mSv em qualquer ano singular;
- (c) uma dose equivalente nas extremidades (mãos e pés) ou na pele de 500 mSv em um ano.

Para exposição do público, os limite de dose são:

- (a) uma dose efetiva de 1 mSv em um ano;
- (b) em circunstâncias especiais pode ser aplicado um valor maior para a dose efetiva em um ano singular, desde que a dose efetiva média sobre 5 anos consecutivos não exceda 1 mSv por ano;
- (c) uma dose equivalente no cristalino de 15 mSv em um ano;
- (d) uma dose equivalente na pele de 50 mSv em um ano

A tabela 3 resume as informações apresentadas;

Tabela 3. Limites de dose recomendados para situações de exposição planejadas pelo OIEA

Tipo de Limite	Laboral	Público
Dose efetiva	20 mSv/ano, média calculada para um período de 5 anos definido	1 mSv em um ano
Dose equivalente anual:		
Cristalino dos olhos	20 mSv/ano	15 mSv
Pele	500 mSv	50 mSv
Mãos e pés	500 mSv	-

Para a mulher trabalhadora que tenha notificado a gravidez ou que esteja amamentando aplicam-se mail restrições.

Para a exposição laboral de aprendizes na faixa etária entre 16 e 18 anos que estão sendo treinados para um emprego envolvendo radiação e para a exposição de estudantes na mesma faixa etária que usam fontes no decorrer de seus estudos, os limites de dose são:

- (a) uma dose efetiva de 6 mSv em um ano;

- (b) uma dose equivalente no cristalino de 20 mSv em um ano;
- (c) uma dose equivalente nas extremidades (mãos e pés) ou na pele de 150 mSv em um ano.

Os limites de dose aqui especificados aplicam-se à soma das doses pertinentes causadas por exposição externa em um período especificado com as doses comprometidas pertinentes originadas de incorporações no mesmo período; o período para o cálculo da dose comprometida, normalmente deve ser de 50 anos para incorporações por adultos e até a idade de 70 anos para incorporações por crianças.

10.7.1. Discussão dos Resultados

Como podemos observar nas duas publicações os limites vem se mantendo o mesmo desde publicações anteriores, a grande diferença observada aqui é por parte do OIEA que diminuiu drasticamente o Limite para o Cristalino, sendo que na CIPR é de 150mSv/ano e no OIEA 20mSv/anos

10.7.2. Conclusão

Acreditamos que a mudança apresentada pelo OIEA é de extrema importância devido a sensibilidade radiológica do cristalino e que a revisão do mesmo limite prometido pela CIPR já deveria ter sido descrito em sua publicação.

10.8. Classificação das Áreas de Trabalho

A CIPR descreve que uma função importante de um empregador e/ ou de um licenciado é que mantenha o controle de todas as fontes de exposição e da proteção dos trabalhadores que são expostos laboralmente. Para a obtenção deste controle, a Comissão continua recomendando a classificação das áreas de trabalho ao invés da classificação dos trabalhadores. Exigindo que as áreas de locais de trabalho que contenham fontes sejam formalmente designadas para ajudar no seu controle. A Comissão usa duas designações: áreas controladas e áreas supervisionadas. Uma área controlada é uma área definida onde são exigidas, ou podem ser exigidas, medidas de proteção e de segurança específicas para controlar as exposições normais ou prevenir a dispersão da contaminação durante condições normais de trabalho, e prevenir ou limitar a extensão das exposições potenciais. Uma área supervisionada é aquela onde as condições de trabalho são mantidas sob verificação, porém, normalmente não são

exigidos procedimentos especiais. Frequentemente, uma área controlada encontra-se dentro de uma área supervisionada, porém não necessariamente.

Os trabalhadores em ‘áreas controladas’ de locais de trabalho devem ser bem informados e especialmente treinados, e formam um grupo facilmente identificável. Estes trabalhadores são mais frequentemente monitorados para as exposições as radiações recebidas no local de trabalho, e ocasionalmente podem receber um acompanhamento médico especial.

O OIEA apresenta algumas exigências que dizem respeito a áreas supervisionadas e áreas controladas

Exigência 24: arranjos submetidos ao programa de radioproteção, onde empregadores, registrados e licenciados devem estabelecer e manter arranjos organizacionais, de procedimentos e técnicos para a especificação de áreas controladas e supervisionadas para regras locais e para o monitoramento de área, em um programa de proteção radiológica para a exposição laboral.

Classificação das áreas: áreas controladas.

Os registrados e licenciados devem demarcar como uma área controlada qualquer área na qual medidas específicas de proteção e segurança são ou podem ser exigidas para:

- (a) controlar as exposições ou evitar o espalhamento de contaminação em operação normal;
- (b) evitar ou limitar a probabilidade e a dimensão das exposições em condições de ocorrências operacionais antecipadas e em acidentes devem considerar as dimensões das exposições.

Na definição dos limites de qualquer área controlada, os registrados e licenciados devem considerar a dimensão das exposições esperadas em operações normais, a probabilidade e a dimensão das ocorrências operacionais antecipadas e condições de acidentes e a extensão dos procedimentos exigidos para a proteção e para a segurança.

Os registrados e licenciados devem:

- (a) delinear as áreas controladas por meios físicos ou, sempre que não for racionalmente prático, por algum outro meio condizente;
- (b) sempre que uma fonte é operada unicamente intermitentemente ou energizada ou ainda é movida de um local para outro, delinear uma área

controlada apropriada pelo que for adequado nas circunstâncias prevalecedoras e deve especificar os tempos de exposição;

(c) exibir o símbolo recomendado pela Organização Internacional para a Padronização (OIP) e exibir instruções nos pontos de acesso e nos locais apropriados dentro das áreas controladas;

(d) estabelecer medidas de proteção e segurança incluindo, sempre que for apropriado, medidas físicas para controlar o espalhamento de contaminação, regras locais e procedimentos nas áreas controladas;

(e) restringir o acesso às áreas controladas por meio de procedimentos administrativos como uso de permissão de trabalho e por barreiras físicas, que podem incluir cadeados e travamentos sendo que o grau da restrição deve ser comensurável com a probabilidade e a dimensão das exposições;

(f) fornecer, sempre que for apropriado, nas entradas das áreas controladas: O transporte de material radioativo é regulado de acordo com o regulamento de transporte do OIEA.

(i) equipamento de proteção individual;

(ii) equipamento para o monitoramento individual e do local de trabalho;

(iii) armazenagem condizente para a roupa individual.

(g) fornecer, sempre que for apropriado, nas saídas das áreas controladas:

(i) equipamento para monitoramento de contaminação de pele e roupa;

(ii) equipamento para monitoração de contaminação de qualquer objeto ou material que está sendo removido da área.

(h) Examinar periodicamente as condições para avaliar se existe qualquer necessidade de modificar as medidas de proteção e de segurança ou os limites das áreas controladas;

(i) fornecer a informação, instrução e o treinamento apropriados para as pessoas que trabalham em áreas controladas.

Classificação das áreas: áreas supervisionadas.

Os registrados e licenciados devem demarcar como área supervisionada qualquer área que ainda não tenha sido demarcada como controlada mas para qual as condições de exposição laboral necessitam serem mantidas sob exame ainda que normalmente não sejam necessárias medidas específicas de proteção e segurança.

Os registrados e licenciados considerando a natureza, a probabilidade e a dimensão das exposições ou das contaminações em áreas supervisionadas devem:

- (a) delinear as áreas supervisionadas por meios apropriados;
- (b) exibir os sinais aprovados, sempre que apropriado, em pontos de acesso às áreas supervisionadas;
- (c) examinar periodicamente as condições para avaliar qualquer necessidade de ulteriores medidas de proteção e de segurança ou qualquer necessidade de mudança nos limites das áreas supervisionadas.

10.8.1. Discussão dos Resultados

A CIPR continua recomendando a classificação das áreas de trabalho ao invés da classificação dos trabalhadores. Exigindo que as áreas de locais de trabalho que contenham fontes sejam formalmente designadas para ajudar no seu controle. Assim designa duas áreas: áreas controladas e áreas supervisionadas.

Uma área controlada é uma área definida onde são exigidas, ou podem ser exigidas, medidas de proteção e de segurança específicas para controlar as exposições normais ou prevenir a dispersão da contaminação durante condições normais de trabalho, e prevenir ou limitar a extensão das exposições potenciais.

Uma área supervisionada é aquela onde as condições de trabalho são mantidas sob verificação, porém, normalmente não são exigidos procedimentos especiais. Frequentemente, uma área controlada encontra-se dentro de uma área supervisionada, porém não necessariamente.

Os trabalhadores em ‘áreas controladas’ de locais de trabalho devem ser bem informados e especialmente treinados, e formam um grupo facilmente identificável. Estes trabalhadores são mais frequentemente monitorados para as exposições as radiações recebidas no local de trabalho, e ocasionalmente podem receber um acompanhamento médico especial.

O OIEA apresenta muitas exigências que dizem respeito a áreas supervisionadas e áreas controladas, não fornecendo definições conceituais, atribuindo apenas as responsabilidades dos licenciados e registrados, prezando minimizar a área e o nível de possíveis acidentes, exige que seja providenciados EPI's, bem como equipamentos de monitoramento exibir os sinais aprovados, sempre que apropriado, em pontos de acesso às áreas supervisionadas; exames periódicos das condições para avaliar a necessidade de mudança nos limites das áreas supervisionadas.

10.8.2. Conclusão

A CIPR é pouco descritiva limitada quanto a apresentação de suas recomendações para este tema, deixando-nos apenas uma breve definição dos mesmos, sem citar os limites de dose esperado em cada área, não citando muitos itens cobertos pelo OIEA, que por outro lado aparenta ter muito empenho em abordar este tema, trazendo a necessidade de um monitoramento e EPI's para áreas controladas, bem como sinais de alertas de que aquela área existe o perigo de radiação e é um local de acesso controlado

10.9. Proteção do Ambiente

A CIPR reconhece que existe uma falha natural de consistência em nível internacional em relação ao meio ambiente relativos a radioatividade e, portanto, acredita que agora seja necessário um procedimento mais proativo.

A Comissão reconhece que, em contraste com a proteção radiológica do ser humano, os objetivos da proteção radiológica do meio ambiente são um tanto complexo como difícil de ser articulado. Entretanto, a Comissão consente com a necessidade e esforço global exigido para manter a diversidade biológica, para assegurar a conservação das espécies, e para proteger a saúde e condição do habitat natural, comunidades, e ecossistemas. Também reconhece que estes objetivos podem ser obtidos de diferentes maneiras, que a radiação ionizante pode ser somente uma pequena parcela a ser considerada – dependendo da situação de exposição do meio ambiente – e que é necessário um senso de proporção na tentativa para obtê-lo. A CIPR também está ciente da necessidade de uma autoridade nacional para demonstrar, diretamente e explicitamente, que o meio ambiente está sendo protegido, até mesmo em situações planejadas.

Portanto, a Comissão acredita que seja necessário o desenvolvimento de uma estrutura clara de maneira tal que possa avaliar as relações entre a exposição e a dose, e entre a dose e o efeito, e as consequências de tais efeitos, para as espécies não humanas, sob uma base científica comum. Este propósito foi discutido na Publicação 91 (CIPR, 2003b), e concluiu-se que era necessário extraí-lo das lições aprendidas do desenvolvimento da estrutura sistemática para a proteção dos seres humanos. Esta estrutura está baseada num grande intervalo de conhecimento que a Comissão esforça-se em converter em ajuda pragmática que será valiosa no gerenciamento das diferentes

situações de exposição, tendo em mente o grande intervalo de erros, incertezas, e falhas no conhecimento das várias fontes de dados.

A vantagem deste procedimento compreensivo e sistemático é que, quando surgir a necessidade de alterar qualquer componente do sistema (como na aquisição de um novo dado científico, ou mudança em atitudes sociais, ou simplesmente a partir da experiência ganha nesta aplicação prática) será então possível considerar que as consequências de tais alterações podem ser de qualquer modo obtidas dentro do sistema, e sob o sistema como um todo. Tal procedimento não trabalhará a menos que esteja baseado numa estrutura numérica que contenha alguns pontos chaves de referência.

No caso da proteção radiológica de seres humanos, o procedimento da Comissão para tal propósito tem sido profundamente assistido pelo desenvolvimento de modelos anatômicos e fisiológicos de referência (CIPR, 2002). Concluiu-se que um procedimento similar seria valioso como uma base para desenvolver mais ajuda e orientação para a proteção de outras espécies. Portanto, a Comissão está desenvolvendo um pequeno conjunto de Animais e Plantas de Referência (Pentreath, 2005), mais sua relevante base de dados, para alguns tipos de organismos que são típicos da maior parte dos ambientes encontrados. Estas entidades formarão a base de um procedimento mais estruturado para compreender as relações entre exposições e dose, dose e efeitos, e as consequências potenciais de tais efeitos.

Os Animais e Plantas de Referência podem ser considerados uma entidade hipotética com certas características biológicas básicas assumidas de um particular tipo de animal ou planta, como descrito para a generalidade do grau taxonômico de Família, com propriedades anatômicas, fisiológicas, e histórico de comportamento de vida. Portanto, necessariamente não existe objetivos diretos de proteção entre eles, porém, por servirem como pontos de referência eles devem proporcionar uma base sob a qual poderiam ser tomadas algumas decisões gerenciais. Modelos dosimétricos simples mais conjunto de dados relevantes, normalmente estão sendo desenvolvidos para diferentes estágios do ciclo de vida de cada tipo. A disponibilidade de dados sobre os efeitos causados pela radiação para cada tipo também está sendo revisada.

O OIEA considera um longo e global termo prospectivo, a proteção das pessoas e do ambiente aos riscos da radiação associados com a operação das instalações e a condução das atividades - e em especial, à proteção a estes riscos que podem transcender as bordas nacionais e podem persistir por longos períodos de tempo - é importante alcançar um desenvolvimento equitativo e sustentável.

O sistema de proteção e segurança exigido por estes padrões geralmente fornece uma proteção adequada ao ambiente dos efeitos maléficos da radiação. Contudo, a tendência internacional neste campo mostra uma aumentada consciência da vulnerabilidade do, ambiente. A tendência, também, indica a necessidade de se poder demonstrar (em vez de impor) que o ambiente está protegido aos efeitos dos poluentes industriais, incluindo os radionuclídeos, em um intervalo mais amplo das situações ambientais, e independentemente de qualquer conexão humana. Isto, geralmente é completado por meio de uma avaliação ambiental que identifica o (os) alvo(s), define os critérios apropriados para proteção, avalia os impactos e compara os resultados esperados das opções de proteção disponíveis. Os métodos e critérios destas avaliações estão sendo desenvolvidos e continuarão a evoluir.

Os impactos radiológicos, em um ambiente peculiar constitui unicamente um tipo de impacto e, em muitos casos, pode não ser o dominante da instalação ou atividade especificadas. Além do mais, a avaliação dos impactos sobre o ambiente necessita ser examinado em um modo integrado com outras características do sistema de proteção e de segurança para estabelecer as exigências aplicáveis a uma fonte especificada. Como existem inter-relações complexas, abordagem da proteção às pessoas e ao ambiente não é limitado a prevenir os efeitos radiológicos sobre os humanos e sobre outras espécies. Quando se estabelecem regulamentos deve ser adotada uma prospectiva integrada para assegurar a sustentabilidade, agora e no futuro, da agricultura, floresta, pesca, turismo e do uso de recursos naturais. Esta prospectiva integrada, também, deve considerar a necessidade de evitar ações não autorizadas com consequências potenciais para ou via o ambiente, incluindo, por exemplo, colocação ilícita no mercado internacional de material radioativo e o abandono de fontes de radiação. Também, devem ser realizadas considerações necessárias ao potencial de crescimento e acúmulo de radionuclídeos de vida longa liberados no ambiente.

10.9.1. Discussão dos Resultados

A CIPR apresenta uma série de reconhecimentos a respeito da importância do controle do meio ambiente e de sua proteção, chegando a questionar a necessidade dos Animais e Plantas de Referência.

O OIEA considera que protegendo o ser humano contra as radiações se obtém como reflexo ou em paralelo uma proteção ambiental, já que considera-se que o homem é mais sensível a radiação

Ele fala a respeito de uma prospectiva integrada para assegurar a sustentabilidade, agora e no futuro, da agricultura, floresta, pesca, turismo e do uso de recursos naturais. Esta prospectiva integrada, também, deve considerar a necessidade de evitar ações não autorizadas com consequências potenciais para ou via o ambiente.

10.9.2 Conclusão

Acreditamos que as duas publicações não possuem respostas para a necessidade real de uma proteção ambiental, há diversos textos que tentam provar que não é necessário, pois como cita o OIEA protegendo o ser humano automaticamente se está protegendo o meio ambiente, pois o homem necessita deste meio para a sobrevivência. Acreditamos que a proteção do ambiente deve ser sim considerada, mas que principalmente sejam implantados projetos mais eficientes para descontaminações de áreas afetadas pela radiação por meio de acidentes e descartes indevidos de materiais, bem como resíduos de testes nucleares.

10.10. Tópicos exclusivos do OIEA

10.10.1. Responsabilidades do Governo

Exigência 2: Estabelecimento de uma Estrutura Legal e Reguladora, onde o governo deve estabelecer e manter uma estrutura legal e reguladora para a proteção e segurança e estabelecer um órgão regulador efetivamente independente com responsabilidades e funções especificadas.

10.10.2. Responsabilidades do órgão regulador

Exigência 3: Responsabilidades do órgão regulador, onde o Órgão Regulador deve estabelecer ou adotar regulamentos e guias para a proteção e segurança e estabelecer um sistema para assegurar as suas implementações.

10.10.3. Responsabilidade da Proteção e Segurança

Exigência 4: Responsabilidades para a proteção e segurança, onde a pessoa ou organização responsável pelas instalações e atividades que dão origem aos riscos da radiação devem possuir a principal responsabilidade de proteção e segurança. As outras partes devem ter responsabilidades especificadas de proteção e segurança.

10.10.4. Regras locais, procedimentos e equipamento de proteção individual.

Os empregadores, registrados e licenciados devem minimizar a necessidade de confiar em controles administrativos e no equipamento de proteção individual para a proteção e segurança fornecendo controles engenheirísticos bons e condições de trabalho satisfatórias de conformidade com a seguinte hierarquia de medidas preventivas:

- (1) controle de engenheirísticos;
- (2) controles administrativos;
- (3) equipamento de proteção individual.

Os empregadores, registrados e licenciados, com consulta aos trabalhadores ou aos seus representantes devem:

- (a) estabelecer por escrito regras e procedimentos locais que sejam necessários para a proteção e a segurança dos trabalhadores e de outras pessoas;
- (b) incluir nas regras e procedimentos locais qualquer nível de investigação ou autorizado pertinente e os procedimentos a serem seguidos no evento de que qualquer um destes níveis tenha sido excedido;
- (c) tornar as regras e procedimentos locais atinentes à proteção e à segurança conhecidos por aqueles trabalhadores a quem eles se aplicam e a outras pessoas que possam ser afetadas por eles;
- (d) assegurar que qualquer trabalho pelo qual os trabalhadores estão ou podem estar submetidos à exposição laboral está supervisionado adequadamente e que serão tomados todos os passos razoáveis para assegurar que sejam observadas todas as regras, os procedimentos e medidas para a proteção e a segurança;
- (e) designar sempre que apropriado, um oficial de proteção radiológica, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão regulador.

Empregadores, registrados e licenciados devem assegurar que:

- (a) os trabalhadores estão providos de equipamento de proteção individual conveniente e adequado de conformidade com os padrões e as especificações pertinentes, incluindo sempre que for apropriado:

- (i) roupa protetora;
 - (ii) equipamento de proteção respiratória cujas características são tornadas conhecidas para o usuário;
 - (iii) aventais e luvas de proteção, blindagens para órgãos;
- (b) sempre que for apropriado, os trabalhadores recebam as instruções apropriadas para o uso correto do equipamento de proteção respiratória incluindo os ensaios para um bom ajuste;
- (c) tarefas requerendo o uso de algum equipamento de proteção individual estejam prescritas unicamente aos trabalhadores que, com base ao conselho médico, sejam capazes de sustentar com segurança o esforço extra necessário;
- (d) todo equipamento de proteção individual, incluindo o equipamento a ser usado em uma emergência, é mantido em condições adequadas, e quando for apropriado, é ensaiado em intervalos regulares;
- (e) se para uma tarefa for considerado o uso do equipamento de proteção individual, deve-se considerar qualquer exposição a mais que possa resultar causada por um tempo extra ou por inconveniência à riscos radiológicos que possam estar associados com o uso de equipamento de proteção individual enquanto se estiver executando a tarefa.

10.10.5. Notificação, Registo, Isenção e Licença

Exigência 7: Notificação e autorização

Qualquer pessoa ou organização que pretenda operar uma instalação ou conduzir uma atividade deve submeter ao órgão regulatório, sempre que apropriado, uma notificação ou uma aplicação para autorização.

Notificação

Qualquer pessoa ou organização que pretenda levar a efeito qualquer uma das ações deve submeter uma notificação ao órgão regulatório desta pretensão¹⁸. Só a notificação é suficiente desde que a exposição esperada a ser atribuída à prática ou à ação seja improvável exceder uma pequena fração, como especificado pelo órgão regulatório, dos limites pertinentes e a probabilidade e as dimensões das exposições potenciais a qualquer outra consequência detrimental potencial são desprezíveis. A notificação é

exigida para produtos de consumo, somente com relação ao produtor, ao atacadista, à manutenção, a importação, a distribuição e em alguns casos à deposição.

Autorização: registro ou licença

Qualquer pessoa ou organização que pretenda levar a efeito qualquer uma das ações especificadas deve, a não ser que só a notificação seja suficiente, solicitar ao órgão regulatório autorização¹⁹, que deve tomar a forma de um registro ou licença.

Qualquer pessoa ou organização que solicita autorização deve:

- (a) submeter ao órgão regulatório as informações pertinentes necessárias para sustentar a aplicação;
- (b) abster-se de efetuar qualquer uma das ações especificadas no para 3.5 até que o registro ou a licença tenha sido aprovada;
- (c) avaliar a natureza, a probabilidade e a dimensão das disposições esperadas causada pela fonte e tomar todas as medidas necessárias para a proteção e segurança;
- (d) se existir a possibilidade de uma exposição tornar-se maior do que um valor especificado pelo órgão regulatório, possuir uma avaliação da segurança realizada e submetida ao órgão regulatório como parte da solicitação;
- (e) quando exigido pelo órgão regulatório, possuir uma avaliação prospectiva adequada realizada para os impactos radiológicos ambientais, comensuráveis com os riscos da radiação associados à instalação ou atividade.

Exigência 8 – Isenção e Liberação

O governo ou o órgão regulatório deve determinar quais as práticas ou as fontes dentro das práticas devem ser isentadas de algumas ou de todas as exigências destes padrões. O órgão regulatório deve aprovar quais são as fontes, incluindo materiais e objetos, dentro das práticas notificadas ou autorizadas, que podem ser liberadas do controle regulatório.

Isenção

O governo ou o órgão regulatório deve determinar quais são as práticas ou as fontes dentro das práticas que devem ser isentadas de algumas ou de todas as exigências destes padrões, incluindo as exigências para notificação, registro ou licença, usando como base para esta determinação os critérios para isenção especificados no apenso I ou qualquer valor de isenção especificado pelo órgão regulatório com base nestes critérios.

Isenção não deve ser aprovada para práticas julgadas não serem justificadas.

10.10.6. Conclusão

Acreditamos que o OIEA deveria repensar algumas exigências apresentadas neste tópico, afinal exigir sem dar meios para é dificultar. Todo tópico que se refere ao registro, isenção, notificação e licença são fundamentais para as boas práticas de uma instalação. Como o OIEA sempre tem focado nas questões normativas cabe a ele ter melhores resoluções sobre este tema.

Ambos os temas não foram abordados pela CIPR, o que dificulta uma discussão, porém seria de bom grado se a mesma desse mais atenção a estes temas, mesmo muitos deles não sendo de sua competência, mas como muitas vezes é feito pelo OIEA de complementar e normatizar as recomendações da CIPR, a CIPR deveria melhor elucidar alguns temas de caráter regulamentatório.

11. Tópicos Exclusivos da CIPR

11.1. Aspectos Biológicos para a Proteção Radiológica

A maioria dos efeitos maléficos à saúde pela exposição à radiação pode ser agrupada em duas categorias gerais:

- Efeitos determinísticos (reações prejudiciais no tecido) causada em grande parte pela morte/mal funcionamento de células após ter recebido doses elevadas; e
- Efeitos estocásticos, isto é, câncer e efeitos hereditários envolvendo tanto o desenvolvimento de câncer em indivíduos expostos causado pela mutação de células somáticas como as enfermidades hereditárias em seus descendentes causados pela mutação de células reprodutivas (germinativas). Também são feitas considerações quanto aos efeitos causados ao embrião e feto, e para outras enfermidades que não seja o câncer.

Na *Publicação 60* (CIPR, 1991b) a Comissão classificou os efeitos causados pela radiação que resulta em reações nos tecidos como efeitos determinísticos e usou o termo efeitos estocásticos para câncer induzido pela radiação e enfermidades hereditárias. Efeitos causados por danos em populações de células foram denominados não estocásticos na *Publicação 41* (CIPR, 1984), e isto foi substituído na *Publicação 60* (CIPR, 1991b) pelo termo determinístico, que significa ‘causa determinada por eventos anteriores’. Os termos genéricos, efeitos determinísticos e estocásticos, nem sempre são familiares para aqueles que estão fora do campo da proteção radiológica. Por essa e outras razões a CIPR usa diretamente os termos também descritivos reações nos tecidos

e câncer/ efeito hereditário, respectivamente. Porém, a Comissão reconhece que os termos genéricos, efeitos determinísticos e estocásticos, têm um uso firmemente aderido em seu sistema de proteção e usará os termos genéricos e diretamente descritivos como sinônimos, de acordo com o contexto.

Com relação a isto a Comissão observa que algumas consequências sanitárias associadas à radiação, particularmente alguns efeitos não cancerígenos, ainda não são suficientemente bem entendidos para atribuí-los a uma das categorias genéricas. Desde 1990, a Comissão vem revisando muitos aspectos associados aos efeitos biológicos causados pela radiação. As visões desenvolvidas pela Comissão são resumidas neste Capítulo com ênfase nas doses efetivas até cerca de 100 mSv (ou doses absorvidas de aproximadamente 100 mGy de radiação de TEL pequena) recebidas numa única dose ou acumulada anualmente. É providenciado um resumo mais detalhado dos desenvolvimentos na biologia e epidemiologia para as radiações posteriores a 1990.

11.1.2. Conclusões

A CIPR possui larga experiência nos estudos dos efeitos biológicos das radiações, avançando e evoluindo cada vez mais, talvez por este motivo e também pelo acordo entre as duas entidades o OIEA aparentemente prefere não entrar nesse tema, o que para nós dificulta muito uma comparação entre ambos.

CONCLUSÃO FINAL

É uma tarefa árdua seguir apenas um dos órgãos competentes, ficou evidente que os estudos realizados pela CIPR, que envolvem principalmente os aspectos de proteção e segurança, diferem daqueles utilizados pelo OIEA, que visa a regulamentação de uma instalação e os padrões regulamentadores. O acordo entre o OIEA e a CIPR tornou impossível para o gerente de qualquer serviço radiológico ou instalação basear-se apenas nas normas do OIEA, pois tudo o que diz respeito a radiobiologia está descrito nas recomendações da CIPR, os quais o OIEA adota, porém não publica em suas normas e também não os referencia. Ainda assim notamos que corriqueiramente o OIEA fala sobre assuntos que diz respeito a proteção radiológica, de maneira a complementar algo que a CIPR deixou de dizer, para que assim satisfaça seus critérios.

Foi observada a maneira pela qual os assuntos são apresentados, a CIPR costuma a trazer textos ou muito longos, porém para aqueles temas aos quais a Comissão julga necessária uma revisão (há casos em que ela mesmo aponta) ela cita “estudos em andamento”, os quais acabam não aparecendo em publicações seguintes, e estes textos são muito resumidos com pouca informação ao leitor. Mas sempre é clara e básica nos assuntos. Por outro lado, apesar de não apresentar seus assuntos de forma básica, como faz a CIPR o OIEA mostra-se muito mais prático, não mostrando tantos textos, e sim tópicos, que servem como guia de consulta rápida, embora nem sempre satisfaçam a necessidade e o entendimento do leitor.

Na questão das substituições e supressões que foram encontradas por parte da CIPR em suas publicações, acreditamos que signifique falta dos confeccionadores das publicações, devido a rotatividade desta equipe, que sempre muda a cada publicação, mudando assim várias ideias e ponto de vista, bem como a afinidade por diversos assuntos.

Concluimos também que ambas as finalidades foram atingidas, dando margem a trabalhos futuros com relação aos itens suprimidos ou simplesmente esquecidos a serem reintroduzidos em publicações futuras.

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] INTERNATIONAL COMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, **Recommendations of the International Commission on Radiological Protection**, 1958, (ICRP Publication 1).
- [2] INTERNATIONAL COMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, **Report of Committee II on Permissible Dose for Internal Radiation**, 1959, (ICRP Publication 2).
- [3] INTERNATIONAL COMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, **Recommendations of the International Commission on Radiological Protection**, 1966, (ICRP Publication 9).
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Basic Safety Standards for Radiation Protection**, Vienna, 1967. (Safety Series No. 9)
- [5] INTERNATIONAL COMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, **Implications of commission Recommendations that Doses be kept as Low as Readily Achievable**, 1973, (IRCP No. 22)
- [6] INTERNATIONAL COMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, **Recommendations of the International Commission on Radiological Protection**, Annals of the ICRP Vol. I No. 03, 1977, (ICRP 26)
- [7] INTERNATIONAL COMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION **Limits for Intakes of Radionuclides by Workers**. Oxford, Pergamon, 1978 a 1980, (ICRP 30)
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Basic Safety Standards for Radiation Protection**, Vienna, 1982 edition. (Safety Series No. 9)
- [9] INTERNATIONAL COMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, **1990 recommendations of the International Commission on Radiological Protection**, Oxford, Pergamon, 1991, (ICRP 60)
- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of radiation Sources – A Safety Standard**, Vienna, 1997, (Safety Series No. 115)

- [11] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, **the 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection**, 2007, (ICRP 103)
- [12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards – Interim Edition**, Vienna, 2011, (No. GSR Part 3 – Interim)