



MCTES - Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior

INSTITUTO TECNOLÓGICO E NUCLEAR, I.P.

Unidade de Protecção e Segurança Radiológica

Relatório UPSR
Série A, nº 36/2010

Exposição Ocupacional em Portugal (Ano 2008)

M.B. Martins e J.G. Alves

Julho de 2010

Unidade de Protecção e Segurança Radiológica

Coordenador: Pedro Vaz

Endereço: Estrada Nacional 10, 2686-953 Sacavém, Portugal

Telefone: +351 - 21 994.62.91

Fax: +351 - 21 994.19.95

e-mail: Dprsn@itn.pt

Pág. web <http://www.itn.pt>

Ficha Técnica

Título	Exposição Ocupacional em Portugal (Ano de 2008)
Autoria	<i>M.B. Martins e J.G. Alves</i>
Edição	Instituto Tecnológico e Nuclear Unidade de Protecção e Segurança Radiológica
Tiragem	25 exemplares
ISBN	978-989-96542-4-2
Data da Edição	Julho de 2010
	© Copyright 2010, ITN

Preâmbulo

Os Decretos-Lei 165/2002⁽¹⁾ e 167/2002⁽²⁾ atribuem ao Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN) a obrigação de criar e manter actualizado o registo das doses ocupacionais recebidas em Portugal pelos trabalhadores expostos, com o objectivo de permitir o controlo a qualquer momento das doses acumuladas e realizar avaliações estatísticas.

Neste relatório apresenta-se a análise estatística dos valores de dose reportados em 2008 registados no Registo Central de Doses (RCD).

Índice

1. Registo Central de Doses	1
1.1 Enquadramento Legal do Registo Central de Doses	1
1.2 O arquivo do serviço de dosimetria individual do ITN	3
1.3 Empresas que prestam serviços de dosimetria individual	4
1.4 Cronologia do Registo Central de Doses	5
1.5 Publicações do ITN relativas à dosimetria individual	6
1.6 Contactos com organizações internacionais	6
1.7 Publicações anteriores do RCD	6
2. Informação contida no Registo Central de Doses	7
2.1 Questionário	7
2.2 Dados relativos às Instalações	7
2.3 Dados pessoais	7
2.4 Informação adicional	8
2.5 Plano de transferências de dados das empresas para o RCD	8
2.6 Definições e parâmetros usados na análise dos dados	9
3. Exposição ocupacional no período 2000 a 2008	13
3.1 Universo dos trabalhadores monitorizados	13
3.2 Metodologia de controlo	13
3.3 Frequência de controlo	14
4. Total da exposição ocupacional	17
4.1 Número total de trabalhadores	17
4.2 Distribuição por intervalos de dose efectiva anual	18
4.3 Dose efectiva média	21
4.4 Dose efectiva colectiva	22
5. Exposição ocupacional no sector da Indústria	23
5.1 Número de trabalhadores por actividades no sector da Indústria	23
5.2 Intervalos de dose efectiva por actividade da Instalação	24
5.3 Dose efectiva média e dose colectiva por actividade	25
5.4 Panorama das actividades desenvolvidas no sector da Indústria	26
5.5 Dose efectiva média na Indústria	29
5.5.1 Trabalhadores monitorizados	29
5.5.2 Trabalhadores expostos	29
5.6 Contribuição para a dose efectiva colectiva	29
6. Exposição ocupacional no sector da Investigação	31
6.1 Número de trabalhadores por actividades no sector da Investigação	31
6.2 Intervalos de dose efectiva por actividade da Instalação	32
6.3 Dose efectiva média e dose colectiva por actividade	33
6.4 Panorama das actividades desenvolvidas no sector da Investigação	34
6.5 Dose efectiva média na Investigação	35
6.5.1 Trabalhadores monitorizados	35
6.5.2 Trabalhadores expostos	35
6.6 Contribuição para a dose efectiva colectiva	35
7. Exposição ocupacional no sector da Medicina	37
7.1 Número de trabalhadores por actividades no sector da Medicina	37
7.2 Intervalos de dose efectiva por actividade da Instalação	38

7.3	Dose efectiva média e dose colectiva por actividade	39
7.4	Panorama das actividades desenvolvidas no sector da Medicina	40
7.5	Dose efectiva média na Medicina	44
7.5.1	Trabalhadores monitorizados	44
7.5.2	Trabalhadores expostos	44
7.6	Contribuição para a dose efectiva colectiva	44
8.	Exposição ocupacional no sector das Minas	45
8.1	Número de trabalhadores por actividades no sector das Minas	45
9.	Conclusões	47
9.1	Total da exposição ocupacional (Capítulo 4)	47
9.1.1	Distribuições anuais por sector de actividade	47
9.1.2	Dose efectiva média por sector de actividade	47
9.1.3	Dose efectiva colectiva por sector de actividade	48
9.1.4	Contribuição para a dose efectiva colectiva (Capítulo 4)	48
9.2	Exposição ocupacional na Indústria (Capítulo 5)	48
9.2.1	Panorama das actividades desenvolvidas	48
9.2.2	Dose efectiva média na Indústria. Trabalhadores monitorizados	50
9.2.3	Dose efectiva média na Indústria. Trabalhadores expostos	50
9.2.4	Contribuição para a dose efectiva colectiva na Indústria	51
9.3	Exposição ocupacional na Investigação (Capítulo 6)	51
9.3.1	Panorama das actividades desenvolvidas	51
9.3.2	Dose efectiva média na Investigação. Trabalhadores monitorizados	52
9.3.3	Dose efectiva média na Investigação. Trabalhadores expostos	52
9.3.4	Contribuição para a dose efectiva colectiva na Investigação	52
9.4	Exposição ocupacional na Medicina (Capítulo 7)	52
9.4.1	Panorama das actividades desenvolvidas	52
9.4.2	Dose efectiva média na Medicina. Trabalhadores monitorizados	55
9.4.3	Dose efectiva média na Medicina. Trabalhadores expostos	55
9.4.4	Contribuição para a dose efectiva colectiva na Indústria	56
9.5	Exposição ocupacional nas Minas (Capítulo 8)	56
9.6	Conclusão final	56
	Bibliografia	57
	Anexo. Questionário do Registo Central de Doses	59

1 Registo Central de Doses

Os Decretos-Lei 165/2002⁽¹⁾ e 167/2002⁽²⁾ atribuem ao Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN) a obrigação de criar e manter actualizado o registo das doses ocupacionais recebidas em Portugal pelos trabalhadores expostos, com o objectivo de permitir o controlo a qualquer momento das doses acumuladas e realizar avaliações estatísticas.

Os dados apresentados neste relatório são provenientes do Registo Central de Doses (RCD). Permitem caracterizar a exposição ocupacional em Portugal no ano 2008.

1.1 Enquadramento legal do Registo Central de Doses

A Directiva 96/29/EURATOM⁽³⁾, presentemente em vigor foi transposta para a legislação nacional através de vários Decretos-Lei (DL). De interesse para a dosimetria individual, as empresas prestadoras de serviços de dosimetria individual e o Registo Central de Doses, destacam-se o DL 165/2002⁽¹⁾, DL 167/2002⁽²⁾ e DL 222/2008⁽⁴⁾.

Na Tabela 1.1 listam-se as abreviaturas que identificam os organismos referidos nos DL acima mencionados. A Directiva 90/641/EURATOM⁽⁵⁾ relativa à protecção radiológica dos trabalhadores externos, foi transposta para a legislação nacional pelo Decreto-Regulamentar DR 29/1997⁽⁶⁾, que atribui à Direcção-Geral da Saúde (DGS) todos os assuntos relacionados com este tipo de trabalhadores. O Despacho n° 8934/1997⁽⁷⁾ do Ministério da Saúde, actualizado pelo DL 165/2002⁽¹⁾, também atribui à DGS a emissão da caderneta radiológica (*radiation passbook*).

Tabela 1.1 – Lista dos organismos mencionados nos DL 165/2002⁽¹⁾ e DL 167/2002⁽²⁾.

Abrev.	Designação
RCD	Registo Central de Doses, Instituto Tecnológico e Nuclear
ITN	Instituto Tecnológico e Nuclear, Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior
DGS	Direcção-Geral da Saúde, Ministério da Saúde
CNPRP	Centro Nacional de Protecção contra os Riscos Profissionais, Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social
IPAC	Instituto Português de Acreditação, Ministério da Economia, da Inovação e do Desenvolvimento
IEFP	Instituto do Emprego e Formação Profissional, Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social
CNPD	Comissão Nacional de Protecção de Dados

As normas de base de segurança e protecção radiológica da Comissão Europeia, Directiva 96/29/EURATOM⁽³⁾ e da Agência Internacional de Energia Atómica AIEA SS115⁽⁸⁾ transpõem para legislação as recomendações de 1990 da Comissão Internacional de Protecção Radiológica, publicadas em 1991 no documento ICRP Publication 60⁽⁹⁾. Os limites de dose efectiva propostos⁽⁹⁾ foram adoptados e estabelecidos pela Comissão Europeia⁽³⁾ e pela AIEA⁽⁸⁾ em 1996 através dos documentos referidos, encontrando-se presentemente em vigor em Portugal através da publicação do DL 222/2008⁽⁴⁾. No entanto, no período a que se refere este relatório, esteve ainda em vigor o DR n° 9/1990⁽¹⁰⁾ que estabelecia valores para os limites de dose superiores aos actuais. Como se verá adiante, estes valores determinaram a escolha dos intervalos de dose efectiva considerados na análise de resultados.

Na Tabela 1.2 apresenta-se um resumo dos aspectos mais relevantes da legislação nacional, designadamente os DL 165/2002⁽¹⁾, DL 167/2002⁽²⁾ e DL 222/2008⁽⁴⁾ relativos à dosimetria individual, às empresas que prestam serviços de dosimetria individual e ao RCD. Na Figura 1.1 apresenta-se também um esquema da interacção entre as empresas prestadoras de serviços de dosimetria individual, as autoridades competentes⁽¹⁾ representadas nas caixas a cinzento e as restantes entidades que importa considerar.

Tabela 1.2 – Resumo de alguns aspectos da legislação nacional relativos à dosimetria individual, empresas prestadoras de serviços de dosimetria e ao RCD.

Decreto-Lei	Aspectos relevantes
DL 165/2002 ⁽¹⁾ Define os princípios de protecção radiológica, designa as instituições competentes e atribui responsabilidades em matéria de protecção contra radiações	Atribui à DGS o licenciamento de empresas que exercem actividades em protecção radiológica, dosimetria e formação; Atribui à DGS a emissão da caderneta radiológica; Atribui ao ITN a criação, manutenção e actualização de um RCD para os trabalhadores expostos; O CNPRP tem acesso ao RCD; Atribui ao CNPRP o controlo das doses acumuladas dos trabalhadores expostos a qualquer momento, bem como a realização de avaliações estatísticas;
DL 167/2002 ⁽²⁾ Define os requisitos de aprovação para os serviços de monitorização individual para radiação externa (Ver Figura 1.1)	Estabelece os requisitos para o licenciamento das empresas que prestam serviços de protecção contra radiações; o licenciamento é concedido pela DGS, com base num parecer técnico do ITN, na declaração de acreditação pelo IPAC e, quando necessário, a apreciação pelo IEFP; Define os requisitos técnicos para a monitorização da exposição a radiação externa; Atribui ao ITN a criação, manutenção e actualização de um RCD com as doses acumuladas recebidas pelos trabalhadores expostos, acessível ao CNPRP (acordo com CNPRP e DGS); Os objectivos do RCD são os seguintes: permitir o acompanhamento das doses acumuladas em qualquer momento e realizar análises estatísticas dos dados; As empresas de dosimetria só podem comunicar a identidade dos trabalhadores monitorizados e os respectivos valores de dose medida ao RCD do ITN, à DGS, ao CNPRP, ao trabalhador e ao seu representante; As empresas devem comunicar à DGS a ocorrência de valores de doses superiores a 2 mSv por período de controlo; Os registos do RCD do ITN devem ser mantidos por um período não inferior a 35 anos; O ITN em colaboração com as outras autoridades competentes deve preparar um relatório anual sobre a monitorização individual.
DL 222/2008 ⁽⁴⁾ Define as grandezas de protecção e operacionais, estabelece os limites de dose, a classificação dos trabalhadores, a monitorização de trabalhadores e dos locais de trabalho	Os trabalhadores classificados nas Categorias A e B devem ser monitorizados com dosimetria individual, realizada por um serviço de dosimetria licenciado, nos termos do DL 167/2002 ⁽²⁾ ; Define os limites de dose para os trabalhadores expostos (estabelecidos pela Directiva 96/29/EURATOM ⁽³⁾); Protecção especial durante a gravidez e aleitamento; Os resultados da monitorização dos locais de trabalho usados para estimar a dose efectiva dos trabalhadores expostos devem ser registados e transmitidos ao RCD trimestralmente; O serviço de saúde ocupacional (a aprovar pela DGS em Portaria a publicar) pode ter acesso ao RCD; Os valores de dose recebidos em exposições de emergência devem ser registados no RCD, separadamente; Exposição a fontes de radiação natural regida pelos mesmos princípios. As companhias aéreas devem realizar avaliações das doses de radiação cósmica recebidas pelas tripulações de voo em intervalos de cinco anos.

A Figura 1.1 é principalmente determinada pelo DL 167/2002⁽²⁾ sobretudo no que diz respeito

ao fluxo de dados, por exemplo, aos dados da instalação, dados pessoais do trabalhador, dados relativos ao tipo de monitorização efectuada, valores de dose periodicamente avaliados pelas empresas e comunicados à instalação (e ao trabalhador), comunicação periódica ao RCD e à DGS no caso de doses superiores a determinados valores. O fluxo das doses está representado pelas linhas a azul e as setas indicam o sentido da comunicação. As empresas prestadoras de serviços de dosimetria individual só podem comunicar a identidade dos trabalhadores monitorizados e dos respectivos valores de doses às entidades identificadas. Os registos devem ser mantidos no RCD por um período não inferior a 35 anos.

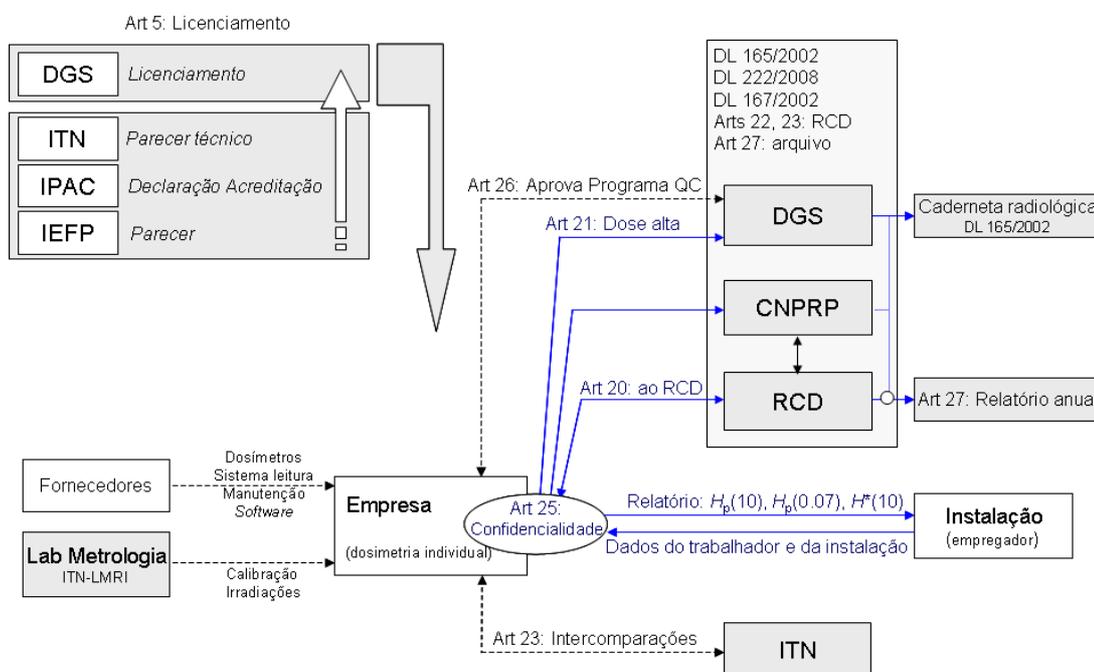


Figura 1.1 – Principais aspectos do DL 167/2002⁽²⁾ relativos à interação entre a empresa prestadora de serviços de dosimetria individual, as autoridades competentes, bem como os outros intervenientes. Processo de transferência de dados (a azul) relativos à instalação, dados pessoais do trabalhador, incluindo valores de dose, protegidos pela cláusula de confidencialidade.

De referir ainda que a Comissão Europeia⁽¹¹⁾ recomenda aos Estados Membros a criação e manutenção de um registo nacional de doses, no qual se arquivem as doses devidas a exposição ocupacional recebidas pelos trabalhadores nos respectivos países, durante um intervalo de tempo superior à vida activa do trabalhador e à vida-média da instalação empregadora.

1.2 O arquivo do serviço de dosimetria individual do ITN

O ITN I.P. é um Instituto Público⁽¹²⁾ dependente do Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior, que tem por missão a prossecução das políticas nacionais de ciência e tecnologia, nomeadamente no domínio das aplicações pacíficas das tecnologias nucleares, especialmente, assegurar obrigações do Estado em matéria de protecção radiológica e segurança nuclear. O ITN desenvolve actividades de investigação, desenvolvimento e formação avançada nas suas áreas de competência, fornecendo actividades de serviço público no campo da protecção e segurança radiológica. No âmbito das actividades de I&D em diferentes áreas, o ITN detém infraestruturas únicas e especializadas disponíveis para a comunidade científica, tais como o reactor de investigação, aceleradores (Van de Graaff, Tandem), implantador de iões, instalações para o estudo de materiais sujeitos a campos magnéticos elevados a baixas temperaturas, laboratórios de radioisótopos, radiocarbono, datação luminescente, espectrometria de massa, metrologia das radiações, entre outros.

Desde 1957 atendendo ao tipo de infraestruturas existentes no ITN, únicas no País, que a Unidade de Protecção e Segurança Radiológica do ITN*, efectua a dosimetria individual dos respectivos trabalhadores. Até ao ano de 1996 o ITN permaneceria como único serviço de dosimetria individual a operar em Portugal, por ausência de outros, efectuando a dosimetria individual dos trabalhadores expostos a radiação externa em todo o País.

De 1957 a 1996 a avaliação das doses realizou-se com dosímetros individuais baseados em detectores de película fotográfica. Em 1995 adquiriu-se e instalou-se um sistema de dosimetria baseado em detectores termoluminescentes (TLD, ou *thermoluminescence dosimetry*) que começou a operar com um funcionamento regular a partir de Janeiro de 1996. A partir dessa data, procedeu-se à transferência gradual dos trabalhadores do método de controlo (dosimetria fotográfica) para o outro (dosimetria por termoluminescência), tendo ambas as metodologias co-existido até 2004, altura em que por deliberação superior, se extinguiu a dosimetria fotográfica. Até Dezembro de 1996 (inclusive), o serviço de dosimetria individual do ITN-UPSR permaneceu como único fornecedor deste tipo de serviços em Portugal. O número total de trabalhadores monitorizados pelo ITN-UPSR que era de aproximadamente 10.000 sofreu uma redução para 4.100. Presentemente (Julho de 2010), o ITN monitoriza cerca de 2.400 trabalhadores. A partir de 1997 até ao presente, seis empresas externas ao ITN começaram, igualmente, a fazer o controlo dos trabalhadores expostos às radiações ionizantes, principalmente desde o segundo semestre de 2004.

No ITN existiu desde sempre o arquivo dos dados das pessoas monitorizadas e das respectivas doses de radiação avaliadas pelos serviços de dosimetria fotográfica e por termoluminescência do ITN-UPSR. Dada a ausência de outras empresas a desempenharem este tipo de actividade, o arquivo do serviço de dosimetria individual anterior ao ano de 1997 constitui o Registo Central de Doses.

Em 1999, criou-se uma base de dados em formato electrónico, baseada em MicroSoft Access® onde se inseriram todos os dados constantes no arquivo em papel relativos aos valores de dose anual acumulada avaliados pelo serviço de dosimetria individual do ITN desde 1957^(13,14). Esta base de dados foi construída à semelhança das bases de dados usadas para o controlo individual em cada uma das metodologias anteriormente referidas⁽¹⁴⁾, mas foi criada com o objectivo de reunir de maneira rápida os dados dos trabalhadores monitorizados, a respectiva dose anual acumulada, registo de anteriores empregos, etc., beneficiando de um arquivo que se encontra organizado e bem conservado em papel.

O ITN dispõe de equipamento como um contador de corpo inteiro e de técnicas estabelecidas e implementadas para a determinação da actividade de radionuclidos em órgãos e/ou excreta. Os resultados destas determinações permitem o cálculo, através da utilização dos modelos metabólicos adequados, da dose efectiva comprometida e a estimativa da componente da dose efectiva devida à exposição a radiação interna. No entanto, estes dados não estão registados no RCD, pelo que a análise apresentada neste relatório diz apenas respeito à contribuição para a dose efectiva devido à exposição a radiação externa.

1.3 Empresas que prestam serviços de dosimetria individual

Em Julho de 2010, além do ITN, há seis empresas que prestam serviços de dosimetria individual em Portugal que comunicam os resultados das avaliações realizadas ao RCD com a periodicidade estabelecida. As seis empresas são: Dosrad-Consultoria e Projectos para Instalações de Radiações Lda, DPR-Dosimetria das Radiações Lda, Fluência-Dosimetria das Radiações Lda, Medical Consult, Isorad-Serviços e Consultoria em Física Médica Lda e Plurirad Lda, tendo iniciado a respectiva actividade em alturas diferentes. Por ordem cronológica de início da actividade refere-se a Fluência em 1997, a Medical Consult em 2001,

* Utilizaram-se as designações actuais da instituição e respectiva unidade. No entanto, houve outras designações dos mesmos organismos, tuteladas por diferentes Ministérios ao longo dos últimos cinquenta anos.

a Dosrad e a DPR em 2004, Isorad em 2006 e, recentemente, a Plurirad em 2009.

De acordo com o DL 167/2002⁽²⁾, as referidas empresas submeteram os respectivos processos de licenciamento à Direcção Geral da Saúde, segundo o qual é necessário um parecer técnico do ITN e a declaração de acreditação a emitir pelo Instituto Português para a Acreditação. Estes processos decorrem neste momento.

O RCD do ITN tem como objectivo criar e manter actualizado o repositório das doses reportadas por todas as empresas às instalações por elas controladas. Assim, o RCD, não se pronuncia sobre a metodologia de avaliação de doses, nem sobre qualidade das avaliações realizadas, embora reconheça a necessidade do estabelecimento de regras a estabelecer e a articular com as restantes entidades competentes^(1,2) para que o acompanhamento das doses acumuladas e a análise posterior dos dados possa ser melhor realizada.

1.4 Cronologia do Registo Central de Doses

Como acima referido, a decisão interna de criar uma base de dados para o registo das doses anuais acumuladas devido à exposição a radiação externa foi tomada em 1999. No entanto, a publicação dos DL 165/2002⁽¹⁾ e 167/2002⁽²⁾ atribuindo ao ITN a criação, manutenção e actualização de um registo deste tipo aconteceria decorridos três anos. Na Tabela 1.3 resumem-se os acontecimentos principais relativos ao RCD.

Tabela 1.3 – Principais acontecimentos que condicionaram a evolução do RCD.

Período	Principais acontecimentos
1957-1996	O ITN é o único serviço de dosimetria individual no País.
1997	Início da prestação de serviços de dosimetria individual por empresas privadas.
1999	Decisão da Coordenadora do Serviço de Dosimetria Individual, de criar uma base de dados em formato electrónico baseada em Microsoft-Access®, e inserir todos os registos das doses anuais acumuladas desde 1957 ^(13,14) , devido à exposição a radiação externa arquivados em papel. A base de dados foi construída partindo das bases usadas no controlo individual com ambas as metodologias ⁽¹⁴⁾ .
2002	Publicação em Julho dos DL 165/2002 ⁽¹⁾ e DL 167/2002 ⁽²⁾ (exposição a radiação externa); É atribuída ao ITN a tarefa de criar e manter actualizado um RCD; Os objectivos do RCD são permitir o acompanhamento das doses acumuladas em qualquer momento e a avaliação estatística dos dados.
Fim de 2004	O ITN detém cerca de 50% dos trabalhadores monitorizados; Todas as empresas fazem dosimetria individual com dosímetros TLD; Todos os valores de dose são reportados em termos das grandezas operacionais $H_p(10)$ e $H_p(0,07)$.
2005-2006	RCD é registado na CNPD. RCD define um plano para a transferência das doses avaliadas pelas empresas externas para o RCD. Prepara-se um questionário que é distribuído às empresas sob a forma de uma base de dados MS-Access®, com uma estrutura de tabelas para facilitar a inserção de dados;
Fim de 2006	As doses anuais acumuladas devido à exposição a radiação externa avaliadas no período 1997 a 2005 são transferidas para o RCD.
2007	Os valores de dose medidos em 2006 são transferidos para o RCD em duas etapas correspondendo ao primeiro e segundo semestres do ano.
2008	Os valores de dose medidos em 2007 são transferidos para o RCD em quatro períodos, correspondendo aos trimestres do ano.
2009	Os valores de dose medidos em 2008 são transferidos para o RCD em quatro períodos, correspondendo aos trimestres do ano. Além do ITN há seis empresas a prestar serviços de dosimetria individual em Portugal.
2010	A transferência das doses medidas durante 2009 para o RCD ainda decorre (Julho de 2010).

1.5 Publicações do ITN relativas à dosimetria individual

Atendendo ao papel desempenhado pelo ITN na monitorização da exposição ocupacional a radiações ionizantes no nosso País, a publicação regular de análises estatísticas que caracterizassem este tipo de exposição foi sempre um dos seus objectivos⁽¹⁵⁻¹⁸⁾. Mais recentemente, o ITN continuou a publicar este tipo de análises, sobretudo relativas ao período em que deteve a exclusividade do controlo⁽¹⁹⁾, ou enquanto o número de trabalhadores controlados representou um número significativo (~90%) do total⁽²⁰⁻²³⁾.

1.6 Contactos com organizações internacionais

O RCD é periodicamente contactado por organizações internacionais a fim de fornecer resultados sobre a exposição ocupacional em Portugal. A informação disponibilizada consiste na análise estatística dos trabalhadores monitorizados, das respectivas instalações, organizados por sectores de actividade, etc., de acordo com requisitos específicos. Os resultados são apresentados anonimamente não se tendo disponibilizado qualquer tipo de informação de carácter pessoal relativa aos trabalhadores registados.

Destaca-se a ESOREX – *European Study on Occupational Exposure*, UNSCEAR – *United Nations Scientific Effects on Atomic Radiation*, ou projectos em curso na AIEA – Agência Internacional de Energia Atómica.

Relativamente à ESOREX^(24,25) e na sequência de contactos anteriormente realizados, o RCD participou no *workshop* realizado em 2004⁽²⁴⁾, forneceu a análise de dados relativos ao período anterior a 2005 e participou novamente num *workshop* em 2010⁽²⁵⁾. Os códigos utilizados neste exercício estão inseridos no RCD e foram utilizados para caracterizar as instalações.

1.7 Publicações anteriores do RCD

À data de publicação deste relatório, o RCD publicou os seguintes documentos relativos à caracterização da exposição ocupacional em Portugal: Relatório USPR-A nº 34/2010⁽²⁶⁾, intitulado *Exposição Ocupacional em Portugal (2000 a 2006)* e o Relatório USPR-A nº 35/2010⁽²⁷⁾, intitulado *Exposição Ocupacional em Portugal (Ano 2007)*.

2 Informação contida no Registo Central de Doses

Este Capítulo resume a informação contida no Registo Central de Doses, nomeadamente, o tipo de análise realizada para caracterizar a exposição ocupacional em Portugal, bem como a organização dada ao relatório.

2.1 Questionário

Com o objectivo de reunir o conjunto de dados pessoais e técnicos considerados necessários para o RCD, preparou-se o questionário que se apresenta no Anexo 1, contendo várias alíneas para caracterizar as instalações, identificar os trabalhadores expostos, o campo de radiação a que se encontram sujeitos e o tipo de controlo realizado. O questionário foi também preparado em formato MS Access® e distribuído às empresas prestadoras de serviços de dosimetria solicitando o seu preenchimento. Deste modo pretende-se que a informação recolhida seja fornecida nos mesmos moldes da que já se encontra inserida no RCD, ao mesmo tempo que se pretende garantir uma identificação única do trabalhador e a possibilidade de realizar avaliações estatísticas, conforme requerido pela legislação e mencionado no Capítulo 1.

2.2 Dados relativos às instalações

O questionário do RCD destina-se à recolha dos dados necessários para identificar a empresa empregadora e o trabalhador exposto. A cada instalação ou entidade empregadora, é atribuído um código de acesso único da instalação, fornecido pelo RCD a primeira vez que a instalação é registada. As instalações estão organizadas de acordo com o respectivo sector de actividade, ou seja, Indústria (IND), Investigação (INV), Medicina (MED) e Minas (MIN), sendo solicitada a identificação das actividades principais associadas, pré-estabelecidas e identificadas no ponto 2.1 do questionário (Anexo 1). É também solicitada informação relativamente ao tipo de fonte(s) ou equipamento(s) produtores de radiação disponível na instalação, conforme o ponto 2.2 do questionário (Anexo 1).

2.3 Dados pessoais

Tal como acima se referiu, o questionário do RCD destina-se à recolha dos dados necessários para identificar a empresa empregadora e o trabalhador exposto. Para um determinado trabalhador a recepção dos respectivos dados e o seu registo no RCD efectua-se, geralmente, no ficheiro de doses que contém os resultados do primeiro período de controlo do trabalhador.

O trabalhador está registado no RCD com uma identificação única, sendo os principais campos utilizados para o identificar os seguintes: número do bilhete de identidade (BI), tipo de identificação (por exemplo, número do BI comum, militar, estrangeiro, ou número do passaporte), nome completo (separado em primeiro nome, nome do meio e último nome), data de nascimento, nacionalidade, sexo, número de contribuinte e código de acesso único da instalação. O número de contribuinte tem vindo a tornar-se o campo mais fiável para uma identificação única do trabalhador embora seja difícil obtê-lo, encontrando-se disponível apenas para 28% dos trabalhadores. Os campos acima mencionados são essenciais para que a transferência das doses se processe correctamente.

O RCD exige também informações adicionais sobre o trabalhador, como por exemplo, a respectiva classificação na Categoria A ou B, sobre as práticas realizadas pelo trabalhador e a respectiva função ou profissão. Todos estes dados devem ser criteriosamente preenchidos com a lista de códigos pré-definidos em Tabelas, também relacionados com o correspondente sector de actividade em conformidade com o ponto 4 do questionário (Anexo 1).

No entanto, as empresas prestadoras de serviços de dosimetria individual não são bem sucedidas na obtenção de toda esta informação. No RCD, apenas 11% dos trabalhadores se encontram classificados na Categoria A ou B, e apenas 59% declararam a sua função e

prática. De uma maneira geral, a prática ou actividade desenvolvida pelos trabalhadores é caracterizada pelo código da actividade da instalação, em vez das práticas específicas desempenhadas pelo trabalhador individualmente. Neste relatório utilizou-se a actividade da instalação para se poder organizar os grupos de trabalhadores e calcular as respectivas distribuições. O RCD contém mais informações relacionadas com o controlo (exposição externa), que serão abordadas na secção seguinte.

2.4 Informação adicional

O registo do trabalhador contém também informação adicional relativa ao controlo individual (exposição externa), e que inclui: data de início e de fim do controlo na instalação, registo de emprego anterior, tipo de dosímetros atribuídos (de corpo inteiro, de extremidade, ou ambos), tipo de exposição a radiação externa (fotões, neutrões e beta), método de avaliação realizado como TLD, *OSL-optical stimulated luminescence*, película fotográfica, frequência do controlo, identificação da empresa que o realiza, dose recebida por trimestre e dose acumulada. O RCD permite efectuar, de uma forma expedita, o cálculo da dose integrada entre determinados períodos e da dose total acumulada (*life-time dose*).

Durante o período em que a monitorização individual foi realizada com um detector de película fotográfica, as avaliações de dose eram realizadas em termos do H_x (*photon-equivalent dose*) expresso em sievert (Sv) e em rem. Desde 1996 com o início do controlo baseado em termoluminescência, o ITN passou a efectuar e a reportar os resultados das avaliações, em termos das grandezas operacionais $H_p(10)$ e $H_p(0,07)$, respectivamente, o equivalente de dose individual à profundidade de 10 mm e à profundidade de 0,07 mm, expressas em sievert (Sv).

Desde 2004, com o encerramento da dosimetria fotográfica, todos os trabalhadores passaram a ser controlados com dosímetros TLD. Os trabalhadores monitorizados foram controlados no que respeita à radiação gama e X, usando dosímetros TLD de corpo inteiro, sendo solicitada a sua colocação na região do tronco, na posição de maior exposição. Desde meados de 2009 que opera em Portugal uma empresa com um sistema de dosimetria baseado em OSL.

Os dosímetros de corpo inteiro utilizados pelos trabalhadores fornecem medidas em termos de $H_p(10)$ e de $H_p(0,07)$ e os dosímetros de extremidades sob a forma de anel, em termos de $H_p(0,07)$. Todas as grandezas são expressas em Sv. A definição da dose efectiva^(3,4,8,9) contém duas componentes, a primeira relativa à contribuição da exposição a radiação externa estimada pelo equivalente de dose individual à profundidade de 10 mm, e a segunda relativa à contribuição da exposição a radiação interna, estimada pela dose efectiva comprometida. No entanto, como foi referido no Capítulo 1, o RCD contém apenas o registo das medidas de exposição a radiação externa, ou seja, a dose efectiva anual dos trabalhadores é estimada pelas medidas de $H_p(10)$ periódicas, realizadas durante cada ano civil. Os valores das outras grandezas operacionais, o $H_p(0,07)$ medido com dosímetros de corpo inteiro e com dosímetros de extremidades, estão registados, são mantidos e actualizados, mas não foram utilizados em cálculos estatísticos.

2.5 Plano de transferências de dados das empresas para o RCD

A importação dos valores de dose foi efectuada em várias fases. A primeira teve início no primeiro trimestre de 2005, após reuniões preliminares com os responsáveis das várias empresas prestadoras do serviço de dosimetria individual, que se comprometeram a compilar e a enviar ao RCD as doses anuais acumuladas desde o início da respectiva actividade. As doses anuais acumuladas enviadas pelas empresas, em conjunto com os correspondentes valores arquivados pelo ITN e previamente introduzidos no RCD relativos ao período 1997 a 2005, ficaram completos. A segunda fase decorreu em 2007, procedendo-se à recolha dos valores de dose avaliados por cada uma das empresas em 2006 em duas etapas, relativas ao

primeiro e ao segundo semestres de 2006. Por último, os valores de dose avaliados em 2007 e 2008 foram transferidos para o RCD com uma frequência trimestral. Presentemente, estão-se a envidar esforços para se aumentar a periodicidade de transferência de dados de modo a que, brevemente, os dados existentes no RCD possam estar disponíveis a qualquer momento.

O RCD através das suas várias potencialidades, permite realizar avaliações estatísticas, cálculos das distribuições do número de trabalhadores por intervalos de dose, organizados por sector, por área de actividade associada às instalações, e num futuro próximo, por categoria, por função, por actividade dos trabalhadores individualmente, etc. O RCD está arquivado no servidor principal do ITN ao qual têm acesso apenas as pessoas afectas ao RCD e o serviço de informática. Além das cópias de segurança regulares do servidor é ainda, periodicamente, efectuada cópia para CD-ROM.

2.6 Definições e parâmetros usados na análise dos dados

O presente documento caracteriza a exposição ocupacional em Portugal em 2008, devido à exposição a radiação externa. Consideraram-se quatro sectores de actividade, nomeadamente, Indústria (IND), Investigação (INV), Medicina (MED) e Minas (MIN). Os trabalhadores do ITN foram considerados no sector de investigação. De seguida referem-se as designações correntemente utilizadas no relatório, bem como os parâmetros de análise apresentados nos Capítulos seguintes.

Instalação: Entidade empregadora do trabalhador, que solicita às empresas prestadoras de serviços de dosimetria a monitorização do(s) seu(s) trabalhadores(s) exposto(s) às radiações.

Sector de actividade: Área onde se enquadra a actividade principal da instalação. Em Portugal consideram-se quatro sectores de actividade, nomeadamente, Indústria (IND, vermelho), Investigação (INV, verde), Medicina (MED, amarelo) e Minas (MIN, laranja).

Trabalhador monitorizado: Trabalhador afecto a uma instalação a quem foi atribuído um dosímetro individual avaliado regularmente por uma das empresas prestadoras de serviços de dosimetria.

Trabalhador exposto (DL 222/2008⁽⁴⁾): Trabalhador que recebe um valor de dose efectiva anual superior a 1 mSv, ou seja, superior ao limite de dose anual para os membros do público.

Trabalhador exposto (neste documento): Trabalhador afecto a uma instalação a quem foi atribuído um dosímetro individual avaliado por uma das empresas prestadoras de serviços de dosimetria, que recebeu um valor de dose efectiva anual superior ao valor mínimo de registo, $E > 0,1$ mSv.

Dose efectiva anual: Dose acumulada no ano civil em causa. Pelas razões anteriormente apontadas, no RCD estão registadas as doses anuais acumuladas devidas à exposição a radiação externa, reportadas pelas empresas prestadoras de serviços de dosimetria individual. A componente da dose efectiva correspondente à dose de radiação interna não está registada e não foi por isso contabilizada.

Distribuição do número de trabalhadores por intervalos de dose efectiva: Tabelas e respectivas representações gráficas do número de trabalhadores em cada intervalo de dose efectiva anual. A escolha dos intervalos de dose teve em conta os limites de dose anual e as definições de trabalhador de Categoria A e B decorrentes dos valores considerados para os limites. No ano 2008 estiveram em vigor: o DR 9/1990⁽¹⁰⁾ que estabelece o limite anual de dose efectiva em 50 mSv, a Directiva 96/29/EURATOM⁽³⁾ que adopta como limite 100 mSv em períodos de 5 anos, não devendo exceder 50 mSv em cada ano, mas que admite que os Estados Membros adoptem um limite anual (20 mSv), o DL 167/2002⁽²⁾ (que subentende um limite de 20 mSv ao definir trabalhador de Categoria A e B, bem como o valor da dose de declaração), e o DL 222/2008⁽⁴⁾ que estabelece novos limites de dose. Tendo em conta os valores dos limites de dose efectiva mencionados e resumidos na Tabela 2.1, escolheram-se dois conjuntos de intervalos de dose para representar as distribuições dos trabalhadores.

Intervalos de dose efectiva I: No primeiro conjunto consideram-se onze intervalos de modo a fornecer uma melhor compreensão das distribuições: $E \leq 0,1$; $0,1 < E \leq 0,2$; $0,2 < E \leq 0,5$; $0,5 < E \leq 1$; $1 < E \leq 2$; $2 < E \leq 6$; $6 < E \leq 10$; $10 < E \leq 15$; $15 < E \leq 20$; $20 < E \leq 50$ e $E \geq 50$ (mSv). Na escolha dos intervalos de dose considerados nas distribuições teve-se em conta os limites anuais de 20 mSv e de 50 mSv, bem como os respectivos 3/10 destes valores, isto é, 6 mSv e 15 mSv, respectivamente.

Tabela 2.1 – Limite de dose efectiva para os trabalhadores expostos e os membros do público no período 2000 a 2008; Valores de dose usados na classificação dos trabalhadores expostos na Categoria A e de declaração à DGS (em mSv).

Legislação	Limite de dose efectiva para os trabalhadores expostos	Categoria A	Membros do público	Declaração à DGS
DR 9/1990 ⁽¹⁰⁾	50 mSv	15	5	
Directiva 96/29 ⁽³⁾	100 mSv em intervalos de 5 anos, não devendo ultrapassar 50 mSv em cada ano. Os estados podem definir um limite anual (20 mSv)	6	1	
DL 167/2002 ⁽²⁾	(Subentende-se 20 mSv)	6		2
DL 222/2008 ⁽⁴⁾	100 mSv em intervalos de 5 anos, não devendo ultrapassar 50 mSv em cada ano.	6	1	

Intervalos de dose efectiva II: No segundo conjunto consideram-se seis intervalos de dose efectiva: $0,1 < E \leq 1$; $1 < E \leq 6$; $6 < E \leq 15$; $15 < E \leq 20$; $20 < E \leq 50$ e $E \geq 50$ (mSv). Na escolha dos intervalos de dose considerados nas distribuições teve-se em conta os valores 1 mSv.a^{-1} (trabalhador exposto), 6 mSv.a^{-1} (trabalhador exposto de categoria A na nova legislação), 15 mSv.a^{-1} (trabalhador exposto de categoria A na legislação anterior), 20 mSv.a^{-1} (limite anual nalguns países) e 50 mSv.a^{-1} (limite anual em vigor até à publicação do DL 222/2008⁽⁴⁾).

Valor mínimo de registo: Um décimo do valor correspondente ao limite de dose no período de controlo (ICRP 60⁽⁹⁾, ICRP 75⁽²⁸⁾). Os valores medidos que sejam inferiores a este valor são considerados como 0,00 mSv. No RCD, o valor mínimo de registo considerado é de 0,10 mSv por mês. Valores de dose inferiores a 0,10 mSv são considerados como 0,00 mSv.

Dose efectiva média (mSv): Valor médio anual expresso em mSv da dose efectiva calculada no conjunto dos trabalhadores monitorizados, ou no conjunto dos trabalhadores expostos ($E > 0,1 \text{ mSv}$).

Dose efectiva colectiva (man.Sv): É dada pela expressão $\int_0^{\infty} E \frac{dN}{dE} dE$, onde $\left(\frac{dN}{dE}\right)$ representa o número de trabalhadores que receberam uma dose efectiva anual entre E e $E+dE$, calculada no universo dos trabalhadores monitorizados⁽⁹⁾, expresso em man.Sv.

Doses elevadas: Dando cumprimento ao disposto no Artigo 21º do DL 167/2002⁽²⁾ as empresas são obrigadas a declarar à DGS a lista dos trabalhadores monitorizados que receberam doses de radiação externa superiores a 2 mSv, em cada período de controlo.

Ausência de informação dosimétrica: Nos casos de ausência de informação dosimétrica devido, por exemplo, ao extravio do dosímetro ou a ausência de processamento, de forma continuada ao longo de um ano, o correspondente valor de dose acumulada foi considerado como 0,00 mSv para fins estatísticos, anexando-se uma observação explicativa no campo que se encontra previsto para este efeito no ficheiro do trabalhador.

Prática ou actividade: Actividade principal da instalação, por vezes, também do trabalhador. No entanto, dada a escassez de informação relativa às práticas realmente desempenhadas pelo

trabalhador, estes foram agrupados de acordo com actividade principal da instalação. Tendo o RCD participado no grupo de estudo sobre exposição ocupacional ESOREX (ver secção 1.6) adoptaram-se os respectivos códigos para caracterização da actividade da instalação descritos na Tabela 2.2.

Tabela 2.2: Lista de códigos ESOREX para caracterizar as actividades ou práticas das instalações, agrupadas por sector de actividade (IND, INV, MED, MIN)

ESOREX	Actividade da instalação	Sector de Actividade	Códigos e análise prática
1	Radiologia convencional (não Hosp).	MED	1.1, 1.4, 1.5, 1.9
2	Radiologia de intervenção	MED	1.2, 1.3
3	Cardiologia	MED	1,2
4	Radiologia Cirúrgica	MED	1.2, 1.3
5	Radiologia e Terapia (Hospitais)	MED	1.1, 1.4, 1.5, 1.9
6	Radioterapia	MED	2.1, 2.2
7	Medicina Nuclear	MED	3.1, 3.2, 3.3
8	Medicina dentária	MED	1.6, 1.7
9	Medicina veterinária	MED	5
10	Outros aplicações médicas	MED	1.7, 4
11	Investigação	INV	2, 3.1, 3.2
13	Ensino superior	INV	1
14	Investigação nuclear	INV	ITN
15	Minas de urânio	MIN	1,1
16	Minas não uraníferas	MIN	1.2, 1.3
17	Radiografia Industrial	IND	1.1, 1.2, 2.1, 2.2
18	Radiografia Industrial em câmara	IND	1.1, 2.1
19	Radiografia industrial em estaleiro	IND	1.2, 2.2
20	Outras aplicações industriais	IND	3, 4, 5, 6
21	Irradiação Industrial	IND	4, 7
22	Electromedicina	IND	6 (4.1 a 4.7)
23	Transporte de material radioactivo	IND	7

Apresentação de resultados e organização do relatório: Relativamente à apresentação dos resultados, o relatório está organizado de acordo com o esquema representado na Figura 2.1. no qual não se menciona o Capítulo 3 dedicado a generalidades sobre o controlo individual.

De modo a facilitar a interpretação dos resultados, atribuiu-se às Figuras a mesma numeração usada para identificar as Tabelas onde os valores estão listados.

No Capítulo 4 apresentam-se os resultados totais relativos a todos os trabalhadores e organizados por sectores de actividade, nomeadamente, Indústria (IND), Investigação (INV), Medicina (MED) e Minas (MIN), as respectivas distribuições anuais, as doses efectivas médias por sector de actividade, as doses efectivas colectivas por sector de actividade e a contribuição de cada sector para a dose colectiva.

Nos capítulos seguintes adoptou-se uma metodologia semelhante. Assim, no Capítulo 5 apresentam-se os resultados relativos à Indústria, com a panorâmica global das actividades desenvolvidas pelas instalações deste sector, respectivas doses médias, doses colectivas e a contribuição de cada actividade parcelar para a dose colectiva do sector. Analogamente no Capítulo 6 para o sector da Investigação, no Capítulo 7 para o sector da Medicina e no Capítulo 8 para o sector das Minas. No Capítulo 9 apresentam-se as conclusões finais.

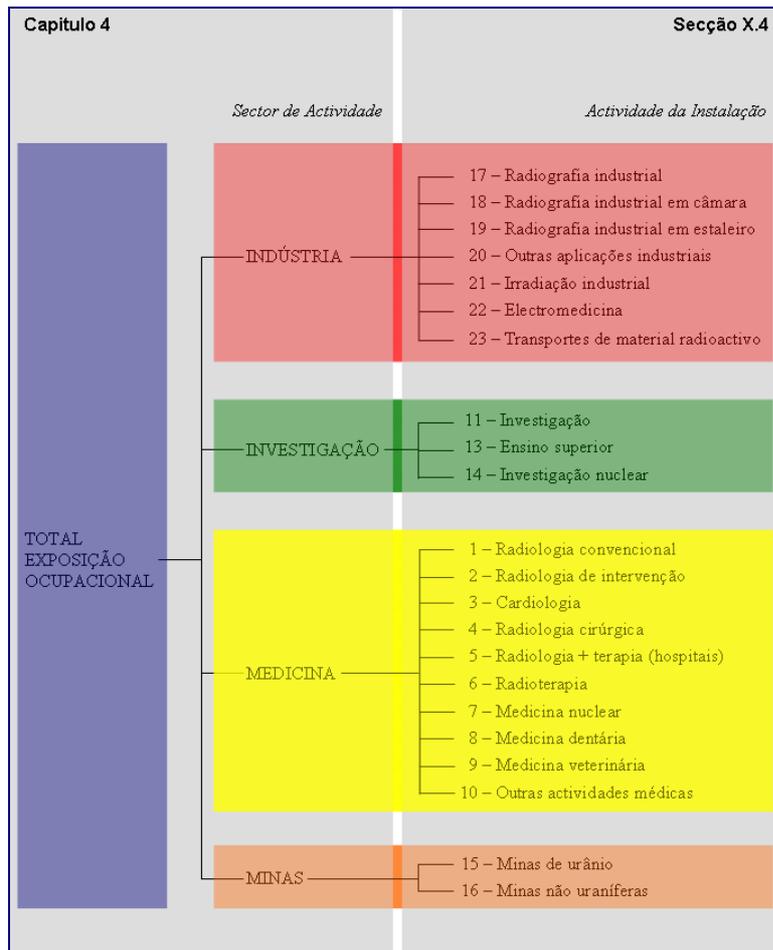


Figura 2.1 – Esquema da organização do relatório.

3 Exposição ocupacional no período 2000-2008

Neste Capítulo apresenta-se informação de carácter geral relativamente ao controlo dosimétrico, por exemplo, uma comparação entre as percentagens de trabalhadores monitorizados pelo ITN e pela globalidade das empresas externas, metodologias e frequência de controlo, relativas ao período 2000 a 2008.

3.1 Universo dos trabalhadores monitorizados

Como foi referido anteriormente, até 1996 o ITN foi o único serviço de dosimetria individual no País efectuando o controlo dos trabalhadores expostos a radiação externa. A partir de 1997 com o início da prestação de serviços de dosimetria individual por empresas privadas, o ITN deixou de deter o universo dos trabalhadores monitorizados. O número de empresas externas tem aumentado desde 1997, operando cinco empresas em 2008, e seis actualmente em 2010. Na Tabela 3.1 e na Figura 3.1 apresentam-se as percentagens de trabalhadores monitorizados pelo ITN e pelas outras empresas, no período 2000 a 2008.

Tabela 3.1 – Comparação da percentagem de trabalhadores controlados pelo ITN e pelas restantes cinco empresas prestadoras de serviços de dosimetria individual.

Empresas	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
ITN	93,5	92,1	90,3	87,1	51,6	27,1	23,3	20,6	19,8
Empresas externas	6,5	7,9	9,7	12,9	48,4	72,9	76,7	79,4	80,2

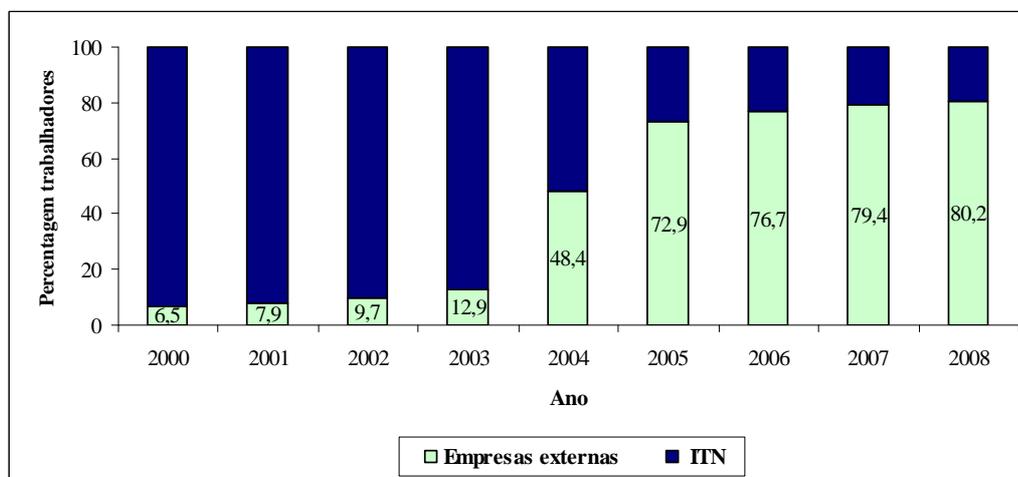


Figura 3.1 – Comparação da percentagem de trabalhadores controlados pelo ITN e pelas restantes empresas, no período 2000 a 2008.

3.2 Metodologia de controlo

Na Tabela 3.2, apresentam-se as percentagens de trabalhadores monitorizados organizados por método de controlo. No período em apreço utilizaram-se duas metodologias para avaliação da dose de radiação externa, a primeira usando um dosímetro com uma película fotográfica como detector (dosímetro fotográfico), e a segunda com detectores termoluminescentes (dosímetro TLD). No ano 2008, período a que se refere este relatório, todos os trabalhadores foram monitorizados com dosímetros termoluminescentes.

No período 2000 a 2003 cerca de 70% dos trabalhadores foram monitorizados com TLD e

30% com película. A partir de 2005, todos os trabalhadores passaram a ser monitorizados com TLD, pelas razões já apontadas.

Tabela 3.2 – Percentagem de trabalhadores monitorizados por metodologia de controlo com detector de película (dosímetro fotográfico) e TLD (dosímetro com detectores termoluminescentes), no período 2000-2008.

Metodologia de controlo	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Película	31,0	30,2	26,8	26,4	6,9	0	0	0	0
TLD	69,0	69,8	73,2	73,6	93,1	100	100	100	100

3.3 Frequência de controlo

De acordo com a informação disponibilizada pelas empresas, há três períodos de controlo em uso: mensal, bimestral e trimestral. Na Figura 3.2, apresentam-se as percentagens de trabalhadores monitorizados relativamente à frequência de controlo. De uma maneira geral, há mais pessoas controladas trimestralmente (cerca de 60%) do que mensalmente (cerca de 40%), sendo o período bimestral pouco frequente. No ano 2004, há uma aparente alteração da tendência devida à transição das pessoas monitorizadas com película fotográfica trimestralmente para TLD, eventualmente com outro período de controlo. A partir de 2005, os dados sugerem um aumento da frequência trimestral relativamente à mensal. No período 2005 a 2008 a duração do período de controlo foi mensal (38 a 45%), bimestral (2 a 4%) e trimestral (53 a 60%). Os dados relativos a 2007 e 2008 parecem ter retomado os de 2000 e 2001. Em princípio, a escolha do período de controlo deve corresponder à classificação dos trabalhadores expostos como pertencendo à Categoria A ou B (c.f. Tabelas 1.2 e 2.1). No entanto, o RCD apenas dispõe desta informação para 10% dos trabalhadores pelo que, de momento, não é possível tirar conclusões relativamente à escolha do período de controlo.

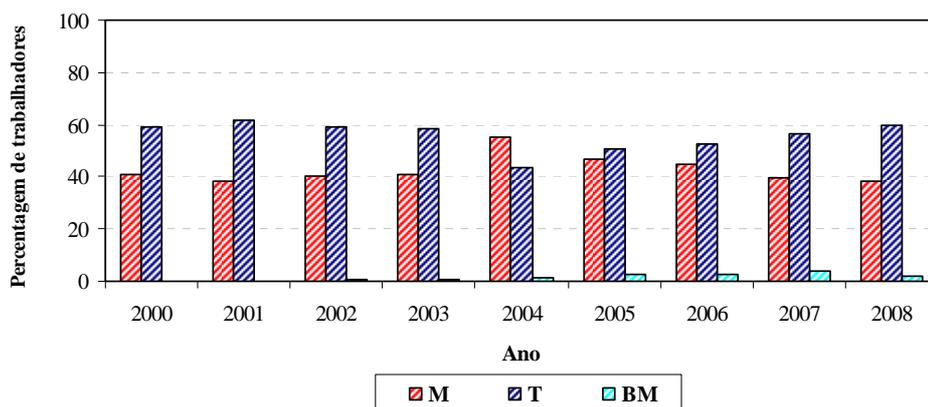


Figura 3.2 – Percentagem de trabalhadores monitorizados no período 2000-2008, relativamente à periodicidade do controlo (M: mensal, B: bimestral e T: trimestral).

Nas Figuras 3.3 apresentam-se as percentagens dos trabalhadores monitorizados relativamente à frequência de controlo, organizados por sector de actividade, designadamente, Indústria (Figuras 3.3.a, vermelho), Investigação (Figuras 3.3.b, verde), Medicina (Figuras 3.3.c, amarelo) e Minas (Figuras 3.3.d, laranja).

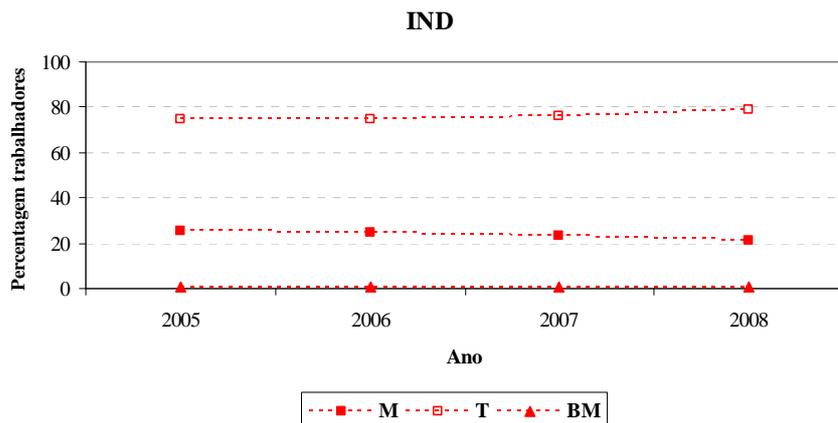


Figura 3.3.a – Sector da Indústria: Percentagem de trabalhadores monitorizados em função do respectivo período de controlo (M: mensal, B: bimestral e T: trimestral), de 2005 a 2008.

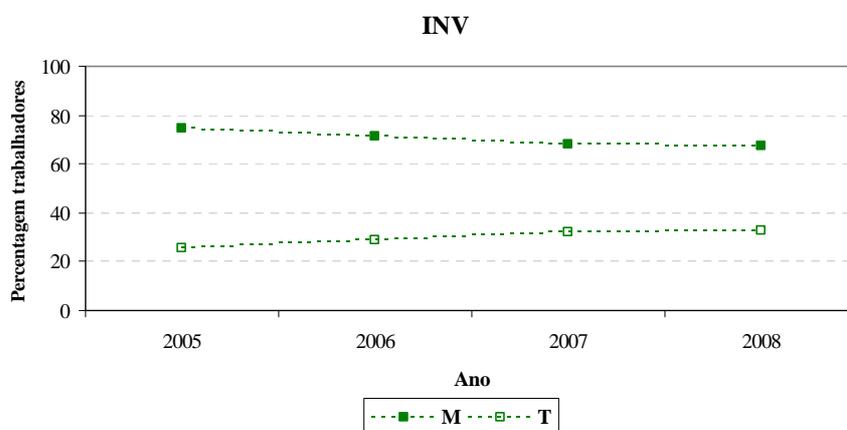


Figura 3.3.b – Sector da Investigação: Percentagem de trabalhadores monitorizados em função do respectivo período de controlo (M: mensal e T: trimestral), de 2005 a 2008.

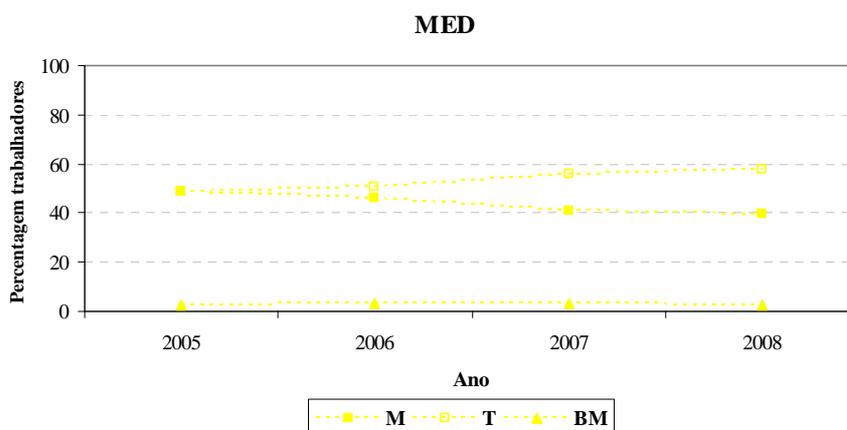


Figura 3.3.c – Sector da Medicina: Percentagem de trabalhadores monitorizados em função do respectivo período de controlo (M: mensal, B: bimestral e T: trimestral), de 2005 a 2008.

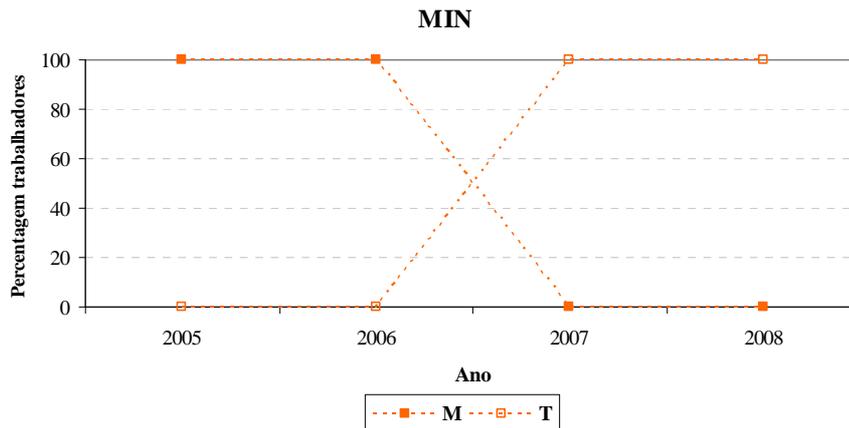


Figura 3.3.d – Sector das Minas: Percentagem de trabalhadores monitorizados em função do respectivo período de controlo (M: mensal e T: trimestral), de 2005 a 2008.

Da análise dos dados apresentados, verifica-se que o período de controlo bimestral é utilizado apenas nos sectores da Indústria e da Medicina. Por outro lado, omitindo os anos anteriores a 2004, observa-se que na Indústria cerca de 80% dos trabalhadores são controlados trimestralmente e os restantes mensalmente, atendendo a que apenas 0,2 a 0,7% são controlados bimestralmente.

No sector da Investigação, cerca de 75% são controlados mensalmente. No sector da Medicina, observa-se que nos anos 2006 e 2007 cerca 3,2% foram controlados bimestralmente, enquanto que cerca de 60% são controlados trimestralmente e os restantes mensalmente. Por último, relativamente ao sector das Minas, no período anterior a 2006 quando as instalações associadas à exploração de Urânio ainda se encontravam activas, a quase totalidade dos trabalhadores eram controlados mensalmente. A partir do encerramento desta actividade, observa-se a predominância do controlo trimestral.

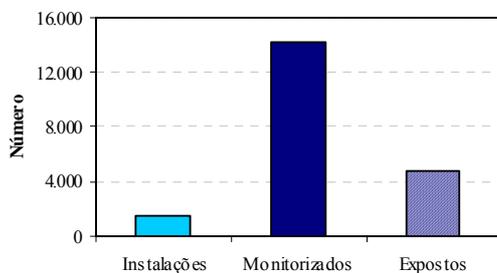
4 Total da exposição ocupacional

4.1 Número total de trabalhadores

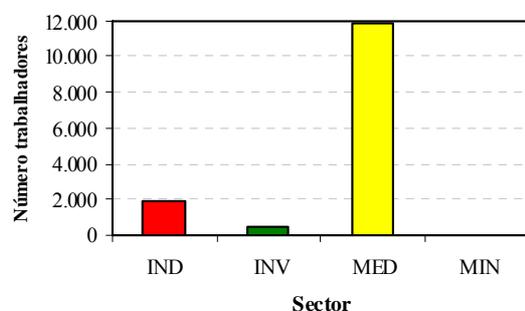
O número total de instalações controladas, de trabalhadores monitorizados e expostos, bem como as percentagens dos trabalhadores expostos no ano 2008, encontram-se representados na Tabela 4.1 e graficamente nas Figuras 4.1. Tal como referido no capítulo anterior, consideram-se como trabalhadores monitorizados a totalidade dos trabalhadores e como trabalhadores expostos aqueles que tiveram uma dose efectiva anual superior ao valor mínimo de registo de 0,10 mSv. Utilizou-se esta designação que já foi usada em publicações anteriores, apesar da definição de trabalhador exposto na legislação nacional corresponder ao trabalhador que recebeu uma dose superior ao limite de dose para os membros do público, ou seja, 1 mSv.a⁻¹ de acordo com o DL 222/2008, e 5 mSv.a⁻¹ de acordo com o DR 9/1990 (ver Capítulo 2).

Tabela 4.1 – Número total de instalações controladas, de trabalhadores monitorizados, de expostos e respectivas percentagens de trabalhadores expostos em 2008. Divisão por sectores de actividade: Indústria (IND), Investigação (INV), Medicina (MED) e Minas (MIN).

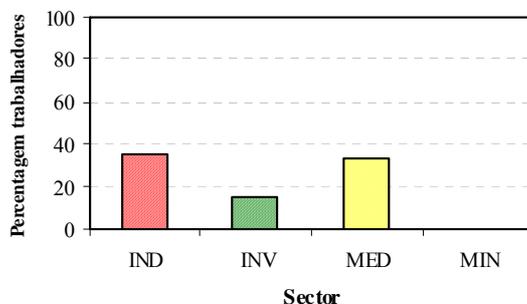
		Total	IND	INV	MED	MIN
Instalações		1.469	264	50	1.150	5
Trabalhadores	Monitorizados (Nº)	14.278	1.926	490	11.827	35
	Expostos (Nº)	4.691	678	74	3.939	0
	Expostos (%)	32,9	35,2	15,1	33,3	0,0



(a)



(b)



(c)

Figuras 4.1 – Dados referentes a 2008: (a) Número de instalações, de trabalhadores monitorizados; (b) Número total de trabalhadores monitorizados por sectores de actividade; (c) Percentagem de trabalhadores expostos por sectores de actividade.

O número de instalações controladas, de trabalhadores monitorizados e expostos em 2008 continuam a aumentar comparativamente ao período 2000 a 2006⁽²⁶⁾ e ao ano de 2007⁽²⁷⁾. No entanto, a percentagem de trabalhadores expostos, mantém-se aproximadamente constante, entre 33 e 35%, face aos períodos anteriores.

Relativamente às percentagens de trabalhadores expostos em cada sector de actividade, observa-se a mesma tendência verificada nos últimos anos (c.f. Tabelas 5.1, 6.1, 7.1 e 8.1. do Relatório UPSR-A nº 34/2010⁽²⁶⁾ e Tabela 4.1 do Relatório UPSR-A nº 35/2010⁽²⁷⁾), sobretudo nos sectores com maior número de trabalhadores, como é o caso dos sectores da Indústria (32 a 35%) e da Medicina (33 a 36%). No sector da Investigação, verifica-se uma maior flutuação (15 a 22%). No sector das Minas não houve trabalhadores expostos em 2008, à semelhança do que aconteceu no ano de 2007.

4.2 Distribuição por intervalos de dose efectiva anual

A distribuição do número total de trabalhadores monitorizados em 2008 por intervalos de dose efectiva anual (em mSv), está apresentada na Tabela 4.2 (colunas da direita), e organizada por sectores de actividade IND, INV, MED e MIN, nas restantes colunas. Apresentam-se também estes números em percentagens, para os mesmos intervalos de dose efectiva anual. Na análise de resultados consideram-se sempre duas distribuições correspondendo aos intervalos de dose efectiva I e II definidos no Capítulo 2. A escolha teve em conta os limites anuais de dose efectiva de 20 mSv e de 50 mSv, bem como os respectivos 3/10 destes valores, isto é, 6 mSv e 15 mSv, em vigor em Portugal na altura⁽¹⁻⁴⁾.

Tabela 4.2 – Distribuição do número de trabalhadores e respectivas percentagens organizados por intervalos de dose efectiva anual expressos em mSv, em 2008: Total (colunas da direita); e por sector de actividade IND, INV, MED e MIN.

Intervalos de dose	IND		INV		MED		MIN		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
$E \leq 0,1$	1.246	64,8	416	84,9	7.888	66,7	35	100,0	9.587	67,1
$0,1 < E \leq 0,2$	106	15,6	16	21,6	551	14,0	0	0,0	673	14,3
$0,2 < E \leq 0,5$	213	31,4	41	55,4	1197	30,4	0	0,0	1451	30,9
$0,5 < E \leq 1$	140	20,6	7	9,5	1050	26,7	0	0,0	1197	25,5
$1 < E \leq 2$	95	14,0	2	2,7	605	15,4	0	0,0	702	15,0
$2 < E \leq 6$	85	12,5	6	8,1	370	9,4	0	0,0	461	9,8
$6 < E \leq 10$	16	2,4	1	1,4	100	2,5	0	0,0	117	2,5
$10 < E \leq 15$	6	0,9	1	1,4	38	1,0	0	0,0	45	1,0
$15 < E \leq 20$	2	0,3	0	0,0	9	0,2	0	0,0	11	0,2
$20 < E \leq 50$	13	1,9	0	0,0	18	0,5	0	0,0	31	0,7
$E \geq 50$	2	0,3	0	0,0	1	0,0	0	0,0	3	0,1

De acordo com a Tabela 4.2 e a Figura 4.2.a, observa-se que cerca de 30% do total de trabalhadores recebeu um valor de dose anual superior a 0,1 mSv, contudo a maioria destes indivíduos receberam doses inferiores a 2 mSv. Cerca de 4,5 % receberam uma dose efectiva superior a 6 mSv, dos quais 1,7% (correspondendo a 34 trabalhadores) recebeu uma dose efectiva superior a 20 mSv, e 0,1% (3 trabalhadores) superior a 50 mSv. Em 2008 observa-se que cerca de 0,8% (34 trabalhadores) receberam uma dose anual efectiva superior a 20 mSv, enquanto que em anos anteriores se registaram 0,3% em 2007 (14 trabalhadores) e 0,4% em 2006 (18 trabalhadores), isto é, houve um incremento do número de trabalhadores na região

de doses mais elevadas relativamente aos últimos dois anos.

Quanto à percentagem do número de trabalhadores relativamente ao total, valores apresentados na Tabela 4.2 e na Figura 4.2.b, observa-se que a maioria dos trabalhadores que se encontram nos intervalos de dose $0,1 < E \leq 0,2$ mSv e $0,2 < E \leq 0,5$ mSv pertencem ao sector da Investigação. Relativamente às distribuições correspondentes aos sectores da Indústria e da Medicina, observa-se que a distribuição do sector médico se desloca mais para a direita do eixo das abcissas, sugerindo que os respectivos trabalhadores tenham recebido valores de dose anual mais elevados em 2008 do que os da Indústria. No sector das Minas todos os trabalhadores receberam doses anuais inferiores a 0,1 mSv.

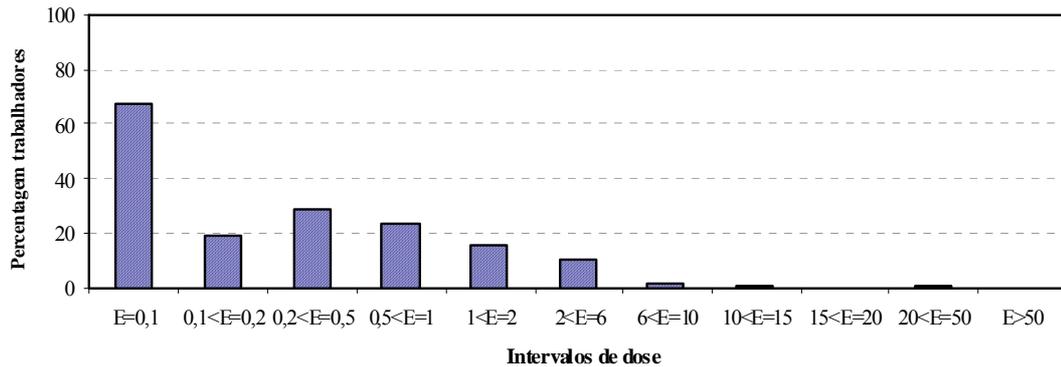


Figura 4.2.a – Percentagem do número total de trabalhadores por intervalos de dose efectiva, em 2008 (Tabela 4.2).

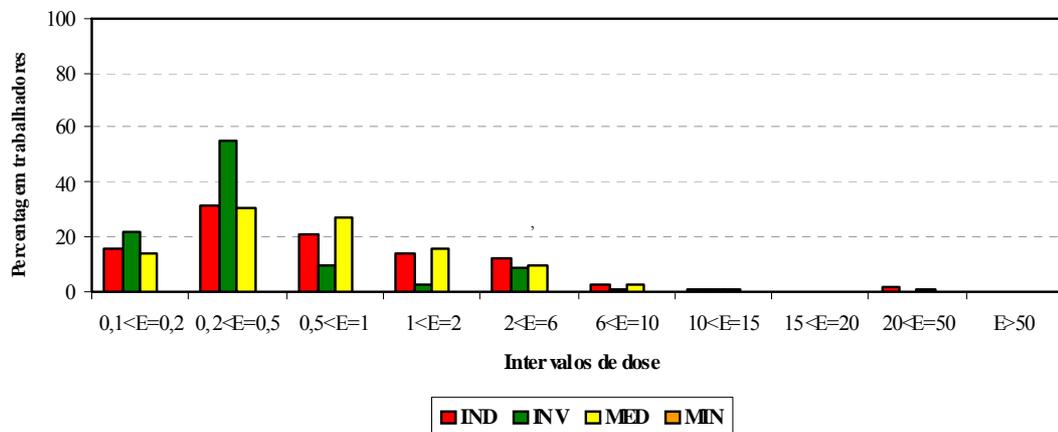


Figura 4.2.b – Percentagem dos trabalhadores monitorizados por intervalos de dose efectiva, organizados por sector de actividade, em 2008 (Tabela 4.2, com $E > 0,1$ mSv).

Representam-se na Tabela 4.3 as distribuições dos trabalhadores expostos ($E > 0,1$ mSv) considerando os intervalos de dose efectiva II definidos no Capítulo 2. Na referida Tabela, os números totais e respectivas percentagens estão mostrados nas colunas da direita, enquanto que nas restantes colunas, apresentam-se os valores organizados por sectores de actividade (IND, INV, MED e MIN). Relativamente a este grupo, observa-se que no total, cerca de 71% recebeu valores de dose efectiva compreendidos entre 0,1 e 1 mSv, e 25% entre 1 e 6 mSv. Atendendo aos números de trabalhadores envolvidos, as distribuições da Indústria e da Medicina condicionam a distribuição total.

Tabela 4.3 – Distribuição do número de trabalhadores expostos e respectivas percentagens organizados em seis intervalos de dose efectiva anual expressos em mSv, em 2008: Total (colunas da direita); e por sector de actividade IND, INV, MED e MIN.

Intervalos de dose	IND		INV		MED		MIN		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0,1<E≤1	459	67,7	64	86,5	2798	71,0	0	0,0	3321	70,8
1<E≤6	180	26,5	8	10,8	975	24,8	0	0,0	1163	24,8
6<E≤15	22	3,2	2	2,7	138	3,5	0	0,0	162	3,5
15<E≤20	2	0,3	0	0,0	9	0,2	0	0,0	11	0,2
20<E≤50	13	1,9	0	0,0	18	0,5	0	0,0	31	0,7
E≥50	2	0,3	0	0,0	1	0,0	0	0,0	3	0,1

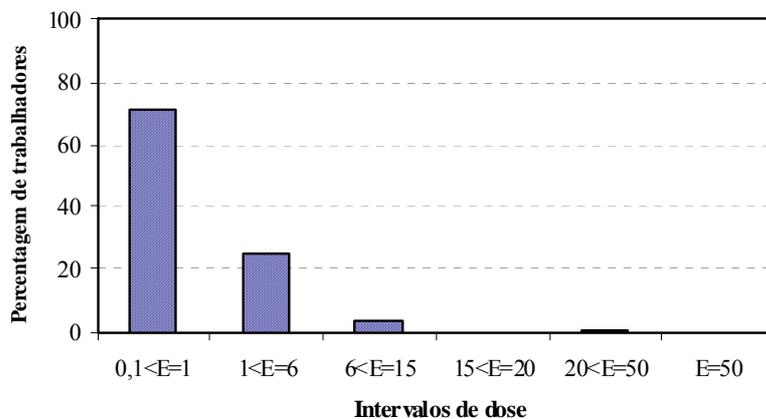


Figura 4.3.a – Percentagem de trabalhadores expostos (E>0,1 mSv) agrupados em seis intervalos de dose efectiva, em 2008 (Tabela 4.3).

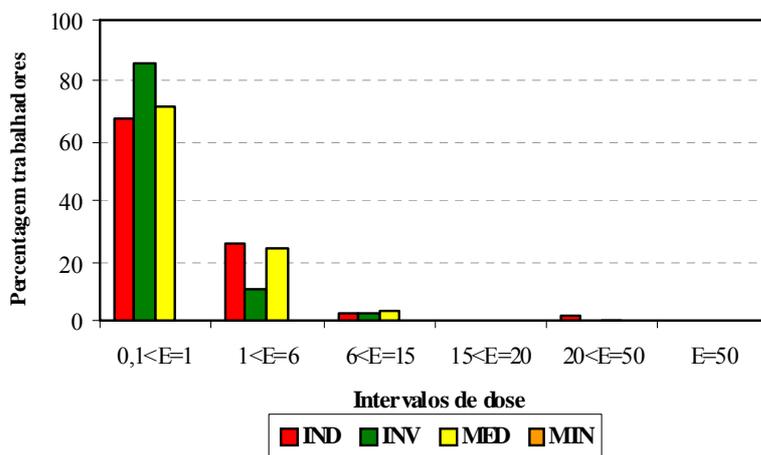


Figura 4.3.b – Percentagem de trabalhadores expostos (E>0,1 mSv) agrupados em seis intervalos de dose efectiva, organizados por sector de actividade, em 2008 (Tabela 4.3).

Relativamente ao sector da Indústria, cerca de 5,5 % receberam uma dose efectiva superior a 6 mSv, dos quais 2,2% (14 trabalhadores) receberam uma dose efectiva superior a 20 mSv, e 0,3% (2 trabalhadores) receberam uma dose superior a 50 mSv.

No sector da Investigação, cerca de 2,7 % (2 trabalhadores) receberam uma dose efectiva superior a 6 mSv e inferior a 15 mSv. Da observação da Tabela 4.1, verifica-se que um indivíduo recebeu uma dose efectiva inferior a 10 mSv, enquanto que a dose recebida pelo outro foi inferior a 15 mSv. Neste ano e neste sector, não se registaram valores de dose efectiva superiores a 15 mSv.

No sector da Medicina, cerca de 4,2 % receberam uma dose efectiva superior a 6 mSv (166 trabalhadores), dos quais 0,5% (18 trabalhadores) receberam uma dose efectiva superior a 20 mSv, enquanto que apenas um trabalhador recebeu uma dose superior a 50 mSv.

No sector das Minas, não se observou nenhum trabalhador com dose efectiva superior a 0,1 mSv em 2008.

4.3 Dose efectiva média

Na Tabela 4.4 apresentam-se os valores da dose efectiva média para o ano de 2008, considerando todos os trabalhadores monitorizados e todos os trabalhadores expostos neste período (coluna da direita). Na mesma Tabela apresentam-se também os valores da dose efectiva média, considerando os trabalhadores monitorizados e expostos em cada sector.

Tabela 4.4 – Dose efectiva média (mSv) total em cada sector de actividade, em 2008.

Trabalhadores	IND	INV	MED	MIN	Total
Monitorizados	0,7	0,1	0,5	0,0	0,5
Expostos	2,0	0,8	1,4	0,0	1,5

Na Figura 4.4 apresentam-se os valores da dose efectiva média em cada sector de actividade

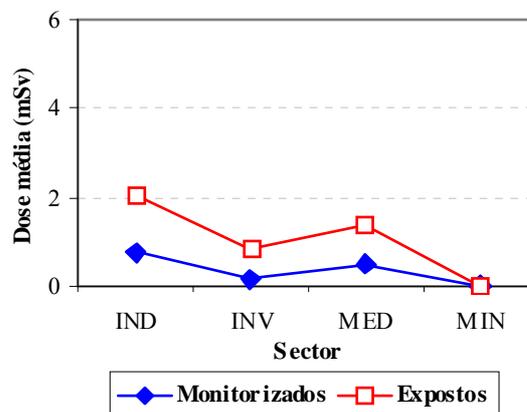


Figura 4.4 – Dose efectiva média em cada sector de actividade para os trabalhadores monitorizados e expostos, em 2008.

Os valores da dose efectiva média total observados nos trabalhadores monitorizados e expostos em 2008, mantêm a mesma tendência para valores decrescentes anteriormente observada no período 2000 a 2006, embora sejam ligeiramente mais elevados do que os correspondentes valores encontrados em 2007.

No sector da Indústria, observa-se que o valor obtido para a dose efectiva média dos trabalhadores monitorizados é equivalente aos registados anteriormente, no período 2000 a

2006 e em 2007. Quanto aos trabalhadores expostos, o valor de 2008 é elevado, comparável ao valor obtido em 2004.

No sector da Investigação, observa-se que o valor obtido para a dose efectiva média dos trabalhadores monitorizados é equivalente aos registados anteriormente, no período 2000 a 2006 e em 2007. Quanto aos trabalhadores expostos, o valor de 2008 é também mais elevado, comparável aos valores de 2000 e 2001.

No sector da Medicina, observa-se que o valor obtido para a dose efectiva média dos trabalhadores monitorizados é equivalente aos registados anteriormente, no período 2000 a 2006 e em 2007. Quanto aos trabalhadores expostos, o valor de 2008 é comparável aos valores obtidos desde 2004.

No sector das Minas, os valores das doses efectivas médias são nulos para ambos os tipos de trabalhadores, à semelhança do observado em 2007.

4.4 Dose efectiva colectiva

Na Tabela 4.5 apresentam-se os valores da dose efectiva colectiva para o ano de 2008, considerando todos os trabalhadores monitorizados (coluna da direita). Apresentam-se também na mesma tabela os valores da dose efectiva colectiva por sector de actividade. Da análise dos dados verifica-se que a contribuição de cada sector para a dose colectiva total é de cerca de 20% (IND), 1% (INV) e 79% (MED).

Tabela 4.5 – Dose efectiva colectiva (man.Sv) total e para cada sector de actividade, em 2008.

2008	IND	INV	MED	MIN	Total
Dose efectiva colectiva	1,40	0,07	5,42	0,00	6,89

A dose efectiva colectiva total em 2008 é superior aos correspondentes valores obtidos nos últimos anos do período 2000 a 2007, com aparente tendência de subida desde 2006.

No sector da Indústria, a dose efectiva colectiva em 2008 é praticamente o dobro dos valores registados nos anos anteriores, de 2000 a 2004.

No sector da Investigação, a dose efectiva colectiva em 2008 é superior à verificada anteriormente, coincidente com a registada em 2002. Tal como nos outros anos, é sempre muito inferior quando comparada com a dos sectores da Indústria e da Medicina.

No sector da Medicina, a dose efectiva colectiva em 2008 é ligeiramente superior à obtida no período 2005 a 2007, mas comparável à registada em 2004.

O sector das Minas, não contribui para a dose colectiva, à semelhança do registado em 2007.

Quanto à contribuição de cada sector de actividade para a dose colectiva, comparando os valores registados em períodos anteriores (2000 a 2007), observa-se que no ano de 2008 o sector industrial registou a contribuição mais elevada (20%), enquanto que o sector médico registou a mais baixa contribuição (79%). Relativamente à contribuição do sector da Investigação (1%), verifica-se que 2008 foi dos anos em que este valor foi mais elevado.

5 Exposição ocupacional no sector da Indústria

No Capítulo 4 apresentou-se a análise da exposição ocupacional no ano 2008 para o sector da Indústria em termos da distribuição do número de trabalhadores monitorizados e expostos por intervalos de dose I e II, dose efectiva média, dose efectiva colectiva e a contribuição do sector para a dose colectiva no ano a que se reporta o relatório. De seguida, e de acordo com a informação recolhida com base no questionário distribuído às empresas prestadoras de serviços de dosimetria, apresentam-se os mesmos indicadores, organizados por actividade da instalação no sector IND. Os dados foram organizados em termos da actividade principal da instalação e não da actividade de cada indivíduo. Assim, as distribuições caracterizam a actividade principal da instalação e os números de trabalhadores referidos compreendem a totalidade dos indivíduos que lhe estão afectos.

5.1 Número de trabalhadores por actividades no sector da Indústria

Neste sector, identificaram-se sete grupos de instalações, designadamente, *Radiografia industrial*, *Radiografia industrial em câmara*, *Radiografia industrial em estaleiro*, *Outras aplicações industriais*, *Irradiação industrial*, *Electromedicina* e *Transporte (de material radioactivo)*. Na Tabela 5.1 apresentam-se os números de trabalhadores monitorizados, expostos e as respectivas percentagens, organizados pela actividade principal da instalação.

Tabela 5.1 – Número total de trabalhadores monitorizados e expostos no sector da Indústria (parte superior da tabela); tipo de instalações no sector industrial, respectivo número de trabalhadores monitorizados e expostos e respectivas percentagens (%), em 2008.

2008	Monitorizados	Expostos
Trabalhadores	1.926	678
Tipo de Instalações	Monitorizados	Expostos
Radiografia industrial (R Ind)	135 (7,0)	43 (6,3)
Radiografia industrial em câmara (R Ind Câm)	156 (8,1)	45 (6,6)
Radiografia industrial em estaleiro (R Ind Est)	126 (6,5)	72 (10,6)
Outras aplicações industriais (O A Ind)	1.233 (64,0)	460 (67,8)
Irradiação industrial (Irr Ind)	31 (1,6)	4 (0,6)
Electromedicina (Electrom)	241 (12,5)	50 (7,4)
Transportes (Transp)	4 (0,2)	4 (0,6)

Na Figura 5.1.a representam-se os números de trabalhadores monitorizados e expostos em 2008 por actividade da instalação. Na Figura 5.1.b representa-se a importância relativa de cada actividade expressa em termos das percentagens de trabalhadores em cada universo respectivo. Da leitura da Figura 5.1.b, observa-se que em termos do número relativo de trabalhadores expostos, tem maior importância a actividade *Outras aplicações industriais*,

seguida da *Radiografia Industrial em estaleiro*, e das actividades *Electromedicina*, bem como a *Radiografia industrial em câmara* e *Radiografia industrial (geral)*.

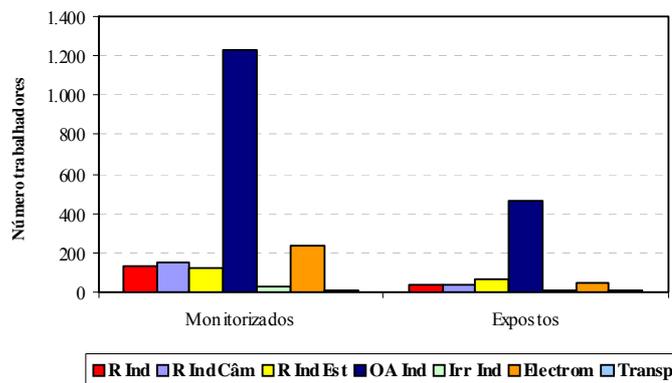


Figura 5.1.a – Número de trabalhadores monitorizados (esquerda) e expostos (direita) em cada tipo de instalação no sector da Indústria, em 2008.

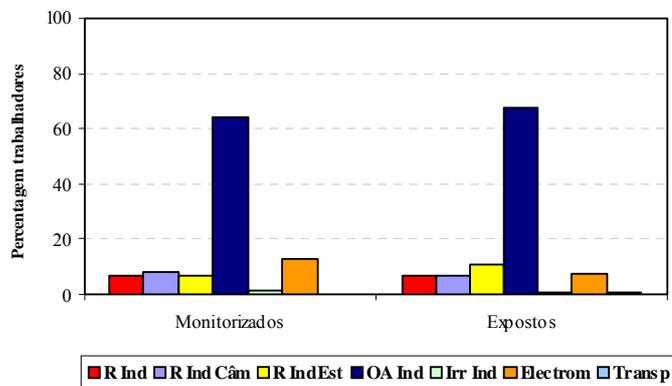


Figura 5.1.b – Importância relativa de cada tipo de instalação industrial, expressa em termos do número relativo de trabalhadores monitorizados (esquerda) e expostos (direita), em 2008.

5.2 Intervalos de dose efectiva por actividade da Instalação

Na Tabela 5.2.a apresentam-se as distribuições do número de trabalhadores expostos agrupados em seis intervalos de dose efectiva organizados pela actividade da instalação, conforme mencionado na Tabela 5.1

Tabela 5.2.a – Número de trabalhadores expostos agrupados em seis intervalos de dose efectiva nas instalações do sector industrial, em 2008.

Intervalos de dose	Rad Ind	Rad Ind Câm	Rad Ind Est	O A Ind	Irr Ind	Electro	Transp
0,1<E≤1	16	31	30	340	1	40	1
1<E≤6	24	14	22	109	3	6	2
6<E≤15	1	0	9	9	0	2	1
15<E≤20	0	0	2	0	0	0	0
20<E≤50	1	0	8	2	0	2	0
E≥50	1	0	1	0	0	0	0

Na Tabela 5.2.b, apresentam-se as distribuições da percentagem de trabalhadores expostos, organizados nos mesmos intervalos de dose efectiva e por actividade da instalação. Estas distribuições estão representadas graficamente na Figura 5.2.

Tabela 5.2.b – Percentagem de trabalhadores expostos agrupados em seis intervalos de dose efectiva nas instalações do sector industrial, em 2008.

Intervalos de dose	Rad Ind	Rad Ind Câm	Rad Ind Est	O A Ind	Irr Ind	Electro	Transp
0,1<E≤1	37,2	68,9	41,7	73,9	25,0	80,0	25,0
1<E≤6	55,8	31,1	30,6	23,7	75,0	12,0	50,0
6<E≤15	2,3	0,0	12,5	2,0	0,0	4,0	25,0
15<E≤20	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0
20<E≤50	2,3	0,0	11,1	0,4	0,0	4,0	0,0
E≥50	2,3	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0

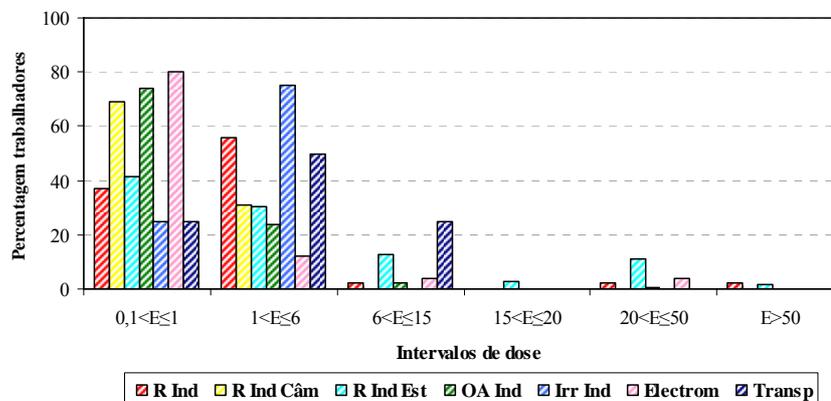


Figura 5.2 – Percentagem de trabalhadores expostos agrupados em seis intervalos de dose efectiva em instalações industriais, em 2008.

5.3 Dose efectiva média e dose efectiva colectiva por actividade

Na Tabela 5.3 apresentam-se os valores da dose efectiva média (em mSv) para o conjunto de trabalhadores monitorizados e para os trabalhadores expostos, organizados por actividade da instalação, conforme mencionado na Tabela 5.1. Na Figura 5.3 apresenta-se a respectiva representação gráfica. Na Tabela 5.4 apresenta-se a dose efectiva colectiva (em man.Sv) para o conjunto de trabalhadores monitorizados, organizados também por actividade da instalação. Na Figura 5.4 apresenta-se a respectiva representação gráfica.

Tabela 5.3 – Dose efectiva média para trabalhadores monitorizados e expostos (mSv), organizados por actividade das instalações do sector industrial, em 2008.

Trabalhadores	Rad Ind	Rad Ind Câm	Rad Ind Est	O A Ind	Irr Ind	Electro	Transp
Monitorizados	1,4	0,3	4,0	0,4	0,1	0,5	3,7
Expostos	4,3	0,9	7,1	1,2	1,1	2,2	3,7

Tabela 5.4 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados (man.Sv), organizados por actividade das instalações do sector industrial, em 2008.

	Rad Ind	Rad Ind Câm	Rad Ind Est	O A Ind	Irr Ind	Electro	Transp
Dose efectiva colectiva	0,18	0,04	0,51	0,54	0,00	0,11	0,01

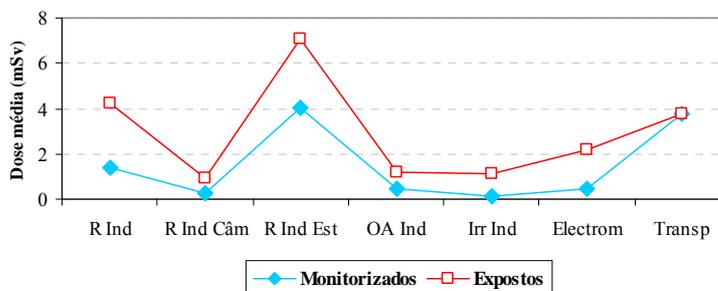


Figura 5.3 – Dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados e expostos, organizados por actividade das instalações industriais, em 2008.

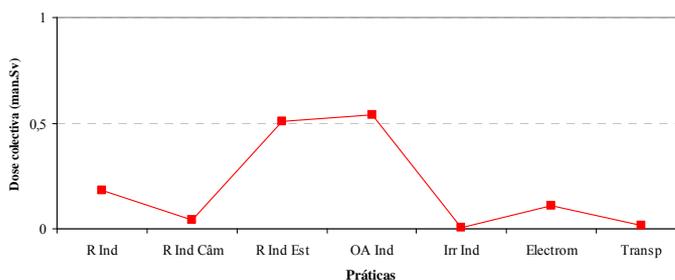


Figura 5.4 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados, em instalações industriais, em 2008.

5.4 Panorama das actividades desenvolvidas no sector da Indústria

Nos parágrafos seguintes, resumem-se os principais aspectos identificados em cada uma das actividades desenvolvidas no sector da Indústria, agrupando os trabalhadores em função da actividade principal da instalação à qual estão afectos, de acordo com os resultados observados nas secções 5.1 a 5.3 deste Capítulo.

Radiografia industrial. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados manteve uma tendência de subida para 135, enquanto que o número de trabalhadores expostos parece estável. A distribuição de dose dos trabalhadores expostos apresenta do mesmo modo uma maior concentração nos primeiros dois intervalos de dose efectiva, com cauda para intervalos de dose efectiva mais elevada. O número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv diminuiu para 37%, no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv aumentou para 56%, enquanto que no intervalo $6 < E \leq 15$ mSv foi de 2.3%. Registou-se um trabalhador com dose efectiva anual superior a 20 mSv, e outro com dose anual superior a 50 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi de 1,4 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi 4,3 mSv. A dose efectiva colectiva observada foi 0,18 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,5 e 1,8 mSv e, no caso dos trabalhadores expostos, variou entre 1,3 e 3,6 mSv. Conclui-se que o valor registado em 2008 no caso dos trabalhadores expostos é ligeiramente superior ao intervalo de variação anteriormente registado.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores variou entre 0,06 e 0,19 man.Sv, pelo que o valor obtido em 2008 está contido no intervalo de variação.

Radiografia industrial em câmara. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados aumentou bastante, tendo o número de trabalhadores expostos também aumentado consideravelmente. A distribuição de dose dos trabalhadores expostos concentra-se nos dois primeiros intervalos de dose efectiva. O número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv rondou os 69%, enquanto que no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv andou perto dos 31%. Não se registaram trabalhadores nos intervalos de dose superiores a 6 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi de 0,3 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi de 0,9 mSv. A dose efectiva colectiva foi inferior a 0,04 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,1 e 0,6 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 1,2 e 5,6 mSv. Conclui-se que o valor registado em 2008 está contido no intervalo de variação.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores foi inferior a 0,02 man.Sv, tendo-se obtido em 2008 um valor ligeiramente superior.

Radiografia industrial em estaleiro. Em 2008, o número de trabalhadores monitorizados aumentou ligeiramente, enquanto que o número de trabalhadores expostos rondou os 70. A distribuição de dose dos trabalhadores expostos apresenta numericamente um maior valor nos três primeiros intervalos de dose efectiva, com cauda para intervalos de dose efectiva mais elevada, superior a 15 mSv. O número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv foi de 42%, no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv foi 31%, e no intervalo $6 < E \leq 15$ mSv foi de 13%. Neste ano, nove trabalhadores receberam uma dose efectiva anual superior a 20 mSv e um superior a 50 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi de 4 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi de 7,1 mSv. A dose efectiva colectiva relativa a esta actividade foi 0,5 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 1,5 e 2,5 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 2,9 e 5,5 mSv. Conclui-se que as doses médias em 2008 são superiores às anteriormente registadas.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores variou entre 0,18 e 0,26 man.Sv, pelo que o valor obtido este ano foi também superior.

Outras aplicações industriais. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados e expostos continua a aumentar, respectivamente para 1.230 e 450. A distribuição de dose dos trabalhadores expostos apresenta uma configuração típica das distribuições no sector industrial, isto é, maior número nos dois primeiros intervalos de dose efectiva, com cauda para intervalos de dose efectiva mais elevada, superior a 6 mSv. O número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv foi 74%, no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv foi 24% e no terceiro intervalo $6 < E \leq 15$ mSv foi de 2%. Em 2008, registaram-se dois trabalhadores com dose efectiva anual superior a 20 mSv. Nesta actividade, não se registaram doses anuais superiores a 50 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi de 0,4 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi de 1,2 mSv. A dose efectiva colectiva foi de 0,54 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,2 e 0,5 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,9 e 2,9 mSv, pelo que o valor em 2008 está contido nos intervalos de variação.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores variou entre 0,19 e 0,50 man.Sv, tendo sido o valor registado em 2008 ligeiramente superior, confirmando a tendência de subida da dose colectiva neste grupo.

Irradiação industrial. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados e expostos manteve-se nos valores baixos registados em anos anteriores, respectivamente cerca de 30 e cerca de 6. Dado o reduzido número de trabalhadores, a distribuição de dose tem pouco significado. Não se tendo registado doses efectivas superiores a 6 mSv no período em estudo, há no entanto uma aparente tendência para a curva se deslocar para a direita, para valores de dose ligeiramente mais elevados. O número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv foi 25%, no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv foi 75%. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi 0,1 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi de 1,1 mSv. A dose efectiva colectiva observada foi inferior a 0,01 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,1 e 0,3 mSv e, no caso dos trabalhadores expostos, variou entre 0,4 e 1,0 mSv, pelo que os valores obtidos em 2008 estão praticamente contidos no intervalo de variação respectivo.

O valor de 2008 para a dose efectiva colectiva é consentâneo com os obtidos em períodos anteriores.

Electromedicina. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados e expostos aumentou para cerca de 240 e 50, respectivamente. A distribuição de doses dos trabalhadores expostos apresentou um maior número nos dois primeiros intervalos de dose efectiva. O número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv foi de 80%, enquanto que no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv foi de 12%. Registaram-se dois trabalhadores com dose efectiva anual superior a 6 mSv e outros dois com dose efectiva anual superior a 20 mSv. Não se registaram doses superiores a 50 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi 0,5 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi de 2,2 mSv. A dose efectiva colectiva foi inferior a 0,11 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,2 e 0,8 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,8 e 3,0 mSv, pelo que em ambos casos, os valores obtidos em 2008 situam-se dentro dos respectivos intervalos de variação.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores variou entre 0,03 e 0,12 man.Sv, estando o valor observado em 2008 contido no intervalo de variação.

Transporte de material radioactivo. Em 2008 manteve-se o mesmo número (muito reduzido) de 4 trabalhadores, todos eles expostos. Os valores das doses situaram-se nos três primeiros intervalos de dose centrados no intervalo $1 < E \leq 6$ mSv. No ano de 2008, não se registaram doses superiores a 15 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados e para os trabalhadores expostos foi de 3,7 mSv. A dose efectiva colectiva foi 0,01 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados e para os trabalhadores expostos variou, em ambos os casos entre 3,9 e 8,6 mSv, tendo sido o valor obtido em 2008 ligeiramente inferior ao mínimo até agora registado. A dose efectiva colectiva

em períodos anteriores variou entre 0,02 e 0,03 man.Sv, tendo-se obtido em 2008 um valor ligeiramente inferior.

5.5 Dose efectiva média na Indústria

5.5.1 Trabalhadores monitorizados

Relativamente a este conjunto de trabalhadores, observa-se que os valores da dose efectiva média relativos a 2008 são comparáveis aos registados nos anos de 2000 a 2006 e 2007, excepto na actividade de *Radiografia industrial em estaleiro*, onde o valor de 2008 é elevado face aos anteriormente registados.

5.5.2 Trabalhadores expostos

Quanto ao conjunto dos trabalhadores expostos, observa-se que os valores da dose efectiva média relativos a 2008 são mais elevados do que os registados em anos anteriores nomeadamente nas actividades de *Radiografia industrial*, *Radiografia industrial em estaleiro*, *Irradiação industrial* e *Electromedicina*. Verifica-se que o valor relativo a 2008 é semelhante a valores anteriores observados na actividade de *Outras aplicações industriais* e de *Transporte de material radioactivo*, sendo relativamente inferior na actividade de *Radiografia industrial em câmara*.

5.6 Contribuição para a dose efectiva colectiva na Indústria

Tendo em conta os valores da dose efectiva colectiva para cada actividade no sector da Indústria (IND) apresentados na Tabela 5.4, observa-se que as actividades abaixo mencionadas contribuem para a dose colectiva da seguinte maneira (por ordem decrescente): *Outras actividades industriais* (39%), *Radiografia industrial em estaleiro* (36%), *Radiografia industrial* (13%), *Electromedicina* (8%), *Radiografia industrial em câmara* (3%), *Transporte de material radioactivo* (1%), sendo a contribuição da actividade *Irradiação industrial* muito inferior a qualquer das mencionadas. Estes valores observados em 2008 são comparáveis aos registados em anos anteriores.

6 Exposição ocupacional no sector da Investigação

No Capítulo 4 apresentou-se a análise da exposição ocupacional no ano 2008 para o sector da Investigação em termos da distribuição no número de trabalhadores monitorizados e expostos por intervalos de dose I e II, dose efectiva média, dose efectiva colectiva e a contribuição do sector para a dose colectiva neste ano. De acordo com a informação recolhida com base no questionário distribuído às empresas prestadoras de serviços de dosimetria, apresentam-se os mesmos indicadores, organizados por actividade da instalação no Sector INV. Tal como foi referido no Capítulo 5, os dados foram organizados em termos da actividade principal da instalação. Assim, as distribuições caracterizam a actividade principal da instalação e os números de trabalhadores referidos compreendem todos os indivíduos que lhe estão afectos.

6.1 Número de trabalhadores por actividades no sector da Investigação

Neste sector, identificaram-se três grupos de instalações, designadamente, *Investigação*, *Ensino superior* e *Investigação nuclear*. Na Tabela 6.1 apresentam-se os números de trabalhadores monitorizados e expostos e as respectivas percentagens, organizados pela actividade principal da instalação.

Tabela 6.1 – Número total de trabalhadores monitorizados e expostos no sector INV (parte superior da tabela); tipo de instalações, respectivo número de trabalhadores monitorizados e expostos e respectivas percentagens (%), em 2008.

2008	Monitorizados	Expostos
Trabalhadores	490	74
Tipo de Instalações	Monitorizados	Expostos
Investigação (Invest)	230 (46,9)	61 (82,4)
Ensino superior (Ens sup)	74 (15,1)	4 (5,4)
Investigação nuclear (ITN)	186 (38,0)	9 (12,2)

Na Figura 6.1.a representam-se os números de trabalhadores monitorizados e expostos em 2008 por actividade da instalação.

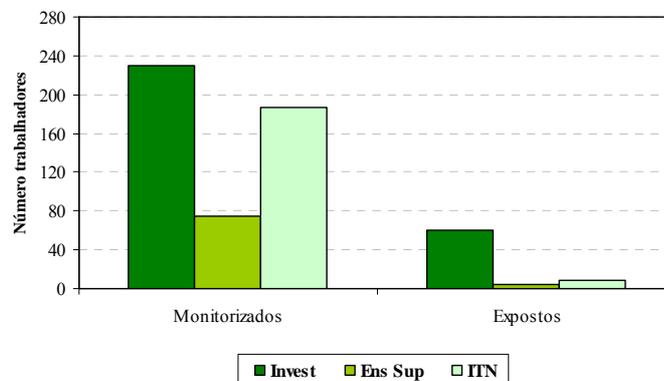


Figura 6.1.a – Número de trabalhadores monitorizados (esquerda) e expostos (direita) em cada tipo de instalação no sector da Investigação, em 2008.

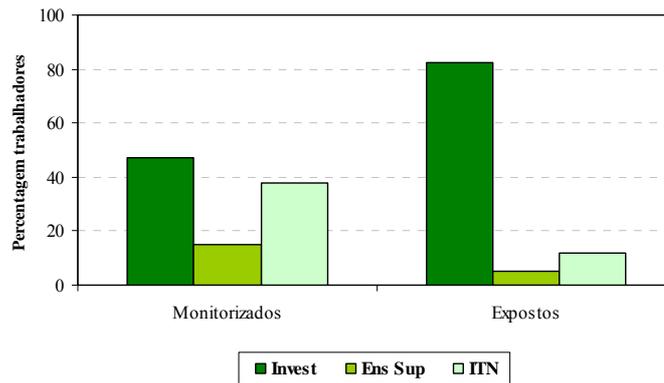


Figura 6.1.b – Importância relativa de cada tipo de instalação da Investigação, expressa em termos do número relativo de trabalhadores monitorizados (esquerda) e expostos (direita), em 2008.

A Figura 6.1.b representa a importância relativa de cada actividade expressa em termos das percentagens de trabalhadores em cada universo respectivo. Da leitura e respectiva análise desta Figura, constata-se que em termos do número relativo de trabalhadores expostos, tem maior importância a actividade Investigação, seguida de Investigação nuclear e, por último, Ensino superior.

6.2 Intervalos de dose efectiva por actividade da Instalação

Na Tabela 6.2.a apresentam-se as distribuições do número de trabalhadores expostos agrupados em seis intervalos de dose efectiva organizados pela actividade da instalação, conforme mencionado na Tabela 6.1.

Tabela 6.2.a – Número de trabalhadores expostos agrupados em seis intervalos de dose efectiva nas instalações do sector da investigação, em 2008.

Intervalos de dose	Invest	Ens Sup	ITN
$0,1 < E \leq 1$	54	4	6
$1 < E \leq 6$	5	0	3
$6 < E \leq 15$	2	0	0
$15 < E \leq 20$	0	0	0
$20 < E \leq 50$	0	0	0
$E \geq 50$	0	0	0

As distribuições da percentagem de trabalhadores expostos, organizados nos mesmos intervalos de dose efectiva e por actividade da instalação encontram-se representadas na Tabela 6.2.b e graficamente na Figura 6.2.

Tabela 6.2.b – Percentagem de trabalhadores expostos agrupados em seis intervalos de dose efectiva nas instalações do sector da investigação, em 2008.

Intervalos de dose	Invest	Ens Sup	ITN
$0,1 < E \leq 1$	88,5	100,0	66,7
$1 < E \leq 6$	8,2	0,0	33,3
$6 < E \leq 15$	3,3	0,0	0,0
$15 < E \leq 20$	0,0	0,0	0,0
$20 < E \leq 50$	0,0	0,0	0,0
$E \geq 50$	0,0	0,0	0,0

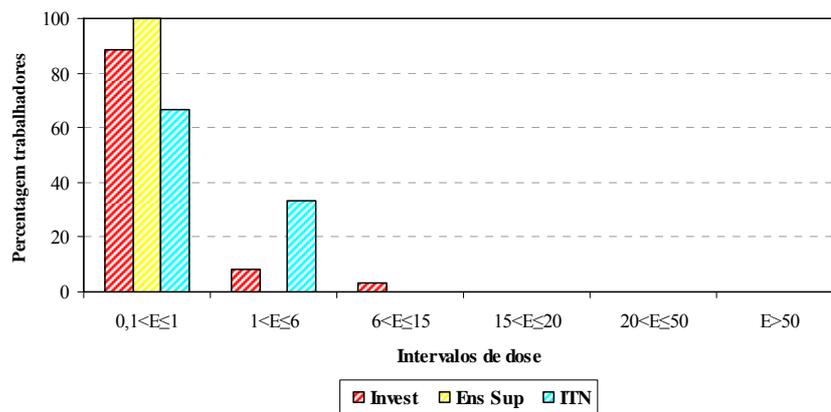


Figura 6.2 – Percentagem de trabalhadores expostos agrupados em seis intervalos de dose efectiva em instalações de investigação, em 2008.

6.3 Dose efectiva média e dose efectiva colectiva por actividade

Na Tabela 6.3 apresentam-se os valores da dose efectiva média (em mSv) para o conjunto de trabalhadores monitorizados e para os trabalhadores expostos, organizados por actividade da instalação, conforme mencionado na Tabela 6.1. Na Figura 6.3 apresenta-se a respectiva representação gráfica. Na Tabela 6.4 apresenta-se a dose efectiva colectiva (em man.Sv) para o conjunto de trabalhadores monitorizados, organizados também por actividade da instalação. Na Figura 6.4 apresenta-se a respectiva representação gráfica.

Tabela 6.3 – Dose efectiva média para trabalhadores monitorizados e expostos (mSv), organizados por actividade das instalações do sector industrial, em 2008.

Trabalhadores	Invest	Ens Sup	ITN
Monitorizados	0,2	0,0	0,0
Expostos	0,8	0,1	1,2

Tabela 6.4 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados (man.Sv) organizados por actividade das instalações do sector de investigação, em 2008.

	Invest	Ens Sup	ITN
Dose efectiva colectiva	0,05	0,00	0,01

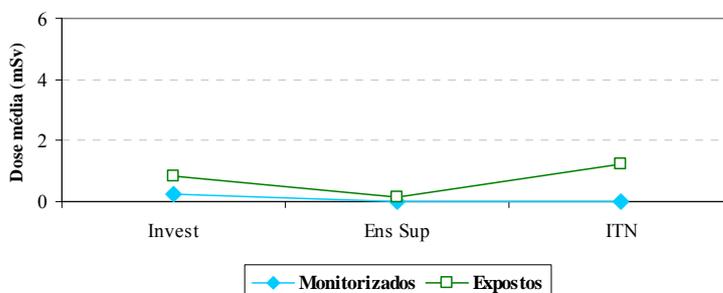


Figura 6.3 – Dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados e expostos organizados por actividade das instalações de investigação, em 2008.

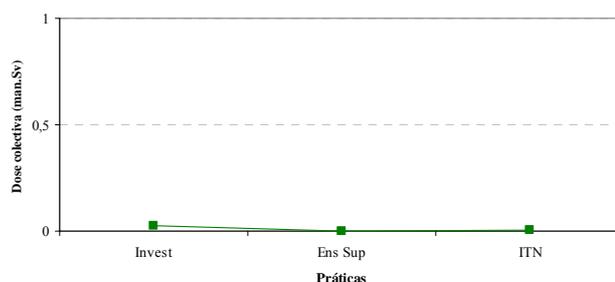


Figura 6.4 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados em instalações de investigação, em 2008

6.4 Panorama das actividades desenvolvidas no sector da Investigação

Nos parágrafos seguintes, resumem-se os principais aspectos identificados em cada uma das actividades desenvolvidas no sector da Investigação, agrupando os trabalhadores em função da actividade principal da instalação à qual estão afectos, de acordo com os resultados observados nas secções 6.1 a 6.3 deste Capítulo.

Investigação. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados e expostos diminuiu para 230 e 61, respectivamente. Os valores das doses recebidas encontram-se distribuídos nos três primeiros intervalos de dose, concentrados no primeiro intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv com 89%, seguido de 8% no intervalo $1 < E \leq 6$ mSv, e 3% no terceiro intervalo $6 < E \leq 15$ mSv. Neste ano, não se registaram doses superiores a 15 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados e para os trabalhadores expostos foi de 0,2 e 0,8 mSv, respectivamente. A dose efectiva colectiva observada foi 0,05 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi inferior a 0,1 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,3 e 0,6 mSv. Conclui-se que os valores registados em 2008 são ligeiramente superiores aos intervalos de variação anteriormente registados.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores foi inferior a 0,03 man.Sv, pelo que o valor obtido em 2008 é também ligeiramente mais elevado do que em anos anteriores.

Ensino superior. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados aumentou para 74 e o de trabalhadores expostos diminuiu para 4. Os valores das doses recebidas estão todos contidos no primeiro intervalo de dose. Neste ano, não se registaram doses superiores a 1 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados e para os trabalhadores expostos foi de 0,0 e 0,1 mSv, respectivamente. A dose efectiva colectiva foi de 0,00 man.Sv (ou seja, inferior a 1 man.mSv).

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi inferior a 0,1 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,3 e 1,2 mSv. Conclui-se que os valores registados em 2008 são inferiores aos intervalos de variação anteriormente registados.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores foi inferior a 0,01 man.Sv, pelo que o valor obtido em 2008 é também inferior aos anteriormente registados.

Investigação nuclear. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados aumentou para 186, mantendo-se o número de trabalhadores expostos. Os valores das doses recebidas encontram-se distribuídos nos dois primeiros intervalos de dose, com 67% no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv e 33% no segundo intervalo $1 < E \leq 6$ mSv. Em 2008 não se registaram doses superiores a 6 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados e para os trabalhadores expostos foi de 0,0 e 1,2 mSv, respectivamente. A dose efectiva colectiva foi de 0,01 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi inferior a 0,2 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,3 e 0,6 mSv (excluindo a situação invulgar registada em 2002). Conclui-se que o valor registado em 2008 para os trabalhadores expostos é cerca do dobro do habitualmente registado.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores foi inferior a 0,01 man.Sv, pelo que o valor obtido em 2008 é equivalente aos observados em registos anteriores.

6.5 Dose efectiva média na Investigação

6.5.1 Trabalhadores monitorizados

Relativamente a este conjunto de trabalhadores, observa-se que os valores da dose efectiva média relativos a 2008 são comparáveis aos registados nos anos de 2000 a 2006 e 2007.

6.5.2 Trabalhadores expostos

No que diz respeito ao conjunto dos trabalhadores expostos, observa-se que os valores de dose efectiva média relativos a 2008 nas actividades *Investigação* e *Investigação nuclear* são ligeiramente mais elevados do que os registado em anos anteriores, embora no caso da *Investigação* não seja muito diferente do valor registado em 2002 e 2004. Na actividade *Ensino superior* o valor de 2008 é o menor valor registado de 2000 a 2007.

6.6 Contribuição para a dose efectiva colectiva na Investigação

Tendo em conta os valores da dose efectiva colectiva para cada actividade no sector INV apresentados na Tabela 6.4, observa-se que as actividades mencionadas contribuem para a dose colectiva da seguinte maneira e por ordem decrescente: *Investigação* (83%), *Investigação nuclear* (17%), sendo este ano a contribuição da actividade *Ensino superior* muito inferior a qualquer das outras. Estes valores são comparáveis aos registados em anos anteriores, sendo novamente de referir que os valores absolutos são desprezáveis quando comparados com a dose efectiva recebida nos sectores da Indústria e da Medicina.

7 Exposição ocupacional no sector da Medicina

No Capítulo 4 apresentou-se a análise da exposição ocupacional no ano 2008 para o sector da Medicina em termos da distribuição do número de trabalhadores monitorizados e expostos por intervalos de dose I e II, dose efectiva média, dose efectiva colectiva e a contribuição do sector para a dose colectiva neste ano. De seguida, e de acordo com a informação recolhida com base no questionário distribuído às empresas prestadoras de serviços de dosimetria, apresentam-se os mesmos indicadores, organizados por actividade da instalação no sector MED. Como nos dois anteriores Sectores, os dados foram organizados em termos da actividade principal da instalação e não da actividade de cada indivíduo. Assim, as distribuições caracterizam a actividade principal da instalação e os números de trabalhadores referidos compreendem a totalidade dos indivíduos que lhe estão afectos.

7.1 Número de trabalhadores por actividades no sector da Medicina

Neste sector, identificaram-se dez grupos de instalações, designadamente, *Radiologia convencional, Radiologia de intervenção, Cardiologia, Radiologia cirúrgica, Radiologia e terapia hospitalares, Radioterapia, Medicina nuclear, Medicina dentária, Medicina veterinária e Outras aplicações médicas*. Na Tabela 7.1 apresentam-se os números de trabalhadores monitorizados e expostos e as respectivas percentagens, organizados pela actividade principal da instalação.

Tabela 7.1 – Número total de trabalhadores monitorizados e expostos no sector MED (parte superior da tabela); tipo de instalações, respectivo número de trabalhadores monitorizados e expostos e respectivas percentagens (%), em 2008.

2008	Monitorizados	Expostos
Trabalhadores	11.827	3.939
Tipo de Instalações	Monitorizados	Expostos
Radiologia convencional (R Conv)	2.826 (23,9)	822 (20,9)
Radiologia de intervenção (R Int)	968 (8,2)	330 (8,4)
Cardiologia (Card)	566 (4,8)	240 (6,1)
Radiologia cirúrgica (R Cir)	1.675 (14,2)	552 (14,0)
Radiologia e terapia hospitalares (R Conv+Ter Hosp)	3.550 (30,0)	1.165 (29,6)
Radioterapia (Radiot)	751 (6,3)	155 (3,9)
Medicina nuclear (Med Nuc)	472 (4,0)	320 (8,1)
Medicina dentária (Med Dent)	513 (4,3)	167 (4,2)
Medicina veterinária (Med Vet)	254 (2,1)	84 (2,1)
Outras aplicações médicas (OA Med)	252 (2,1)	104 (2,6)

Na Figura 7.1.a representam-se os números de trabalhadores monitorizados e expostos em 2008 por actividade da instalação. Na Figura 7.1.b representa-se a importância relativa de cada actividade expressa em termos das percentagens de trabalhadores em cada universo respectivo. Da leitura da Figura 7.1.b, observa-se que em termos do número relativo de trabalhadores expostos, têm maior importância as actividades de *Radiologia e terapia hospitalares, Radiologia convencional, Radiologia cirúrgica, Medicina nuclear, Radiologia de intervenção e Cardiologia*.

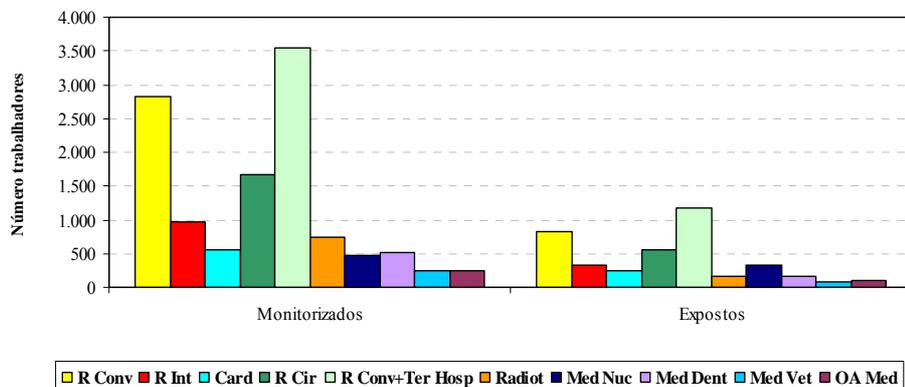


Figura 7.1.a – Número de trabalhadores monitorizados (esquerda) e expostos (direita) em cada tipo de instalação no sector da Medicina, em 2008.

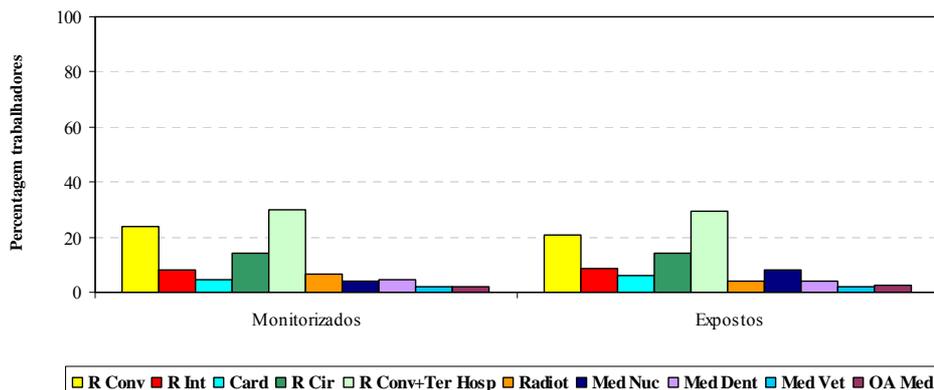


Figura 7.1.b – Importância relativa de cada tipo de instalação industrial, expressa em termos do número relativo de trabalhadores monitorizados (esquerda) e expostos (direita), em 2008.

7.2 Intervalos de dose efectiva por actividade da Instalação

Na Tabela 7.2.a apresentam-se as distribuições do número de trabalhadores expostos agrupados em seis intervalos de dose efectiva organizados pela actividade da instalação, conforme mencionado na Tabela 7.1.

Na Tabela 7.2.b, apresentam-se as distribuições da percentagem de trabalhadores expostos organizados nos mesmos intervalos de dose efectiva e por actividade da instalação. Estas distribuições estão representadas graficamente na Figura 7.2.

Tabela 7.2.a – Número de trabalhadores expostos agrupados em seis intervalos de dose efectiva nas instalações do sector médico, em 2008.

Intervalos de dose	Rad Conv	Rad Int	Card	Rad Cir	Rad Conv + Ter Hosp	Radio	Med Nuc	Med Dent	Med Vet	O A Med
0,1<E≤1	569	207	117	436	917	134	98	153	69	98
1<E≤6	216	103	102	111	229	19	163	12	14	6
6<E≤15	28	15	18	5	17	2	51	1	1	0
15<E≤20	4	1	0	0	1	0	3	0	0	0
20<E≤50	4	4	3	0	1	0	5	1	0	0
E≥50	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 7.2.b – Percentagem de trabalhadores expostos agrupados em seis intervalos de dose efectiva, nas instalações do sector médico, em 2008.

Intervalos de dose	Rad Conv	Rad Int	Card	Rad Cir	Rad Conv + Ter Hosp	Radio	Med Nuc	Med Dent	Med Vet	O A Med
0,1<E≤1	69,2	62,7	48,8	79,0	78,7	86,5	30,6	91,6	82,1	94,2
1<E≤6	26,3	31,2	42,5	20,1	19,7	12,3	50,9	7,2	16,7	5,8
6<E≤15	3,4	4,5	7,5	0,9	1,5	1,3	15,9	0,6	1,2	0,0
15<E≤20	0,5	0,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0
20<E≤50	0,5	1,2	1,3	0,0	0,1	0,0	1,6	0,6	0,0	0,0
E≥50	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

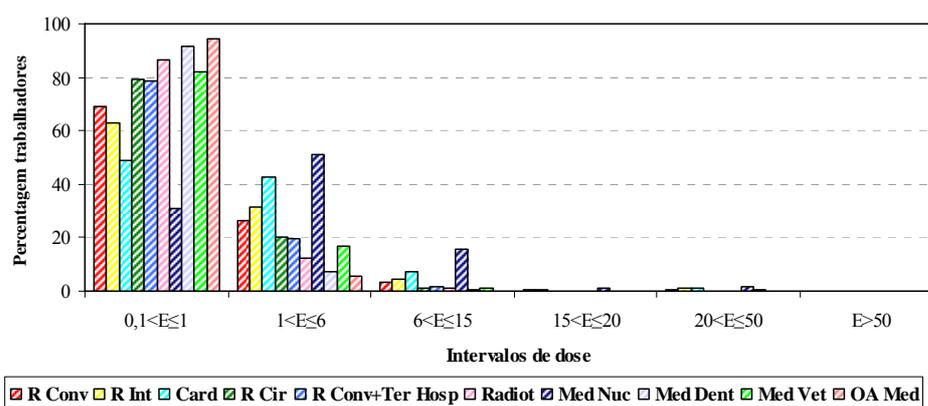


Figura 77.2 – Percentagem de trabalhadores expostos agrupados em seis intervalos de dose efectiva, em instalações de medicina, em 2008.

7.3 Dose efectiva média e dose efectiva colectiva por actividade

Na Tabela 7.3 apresentam-se os valores da dose efectiva média (em mSv) para o conjunto de trabalhadores monitorizados e para os trabalhadores expostos, organizados por actividade da instalação, conforme mencionado na Tabela 7.1. Na Figura 7.3 apresenta-se a respectiva representação gráfica. Na Tabela 7.4 apresenta-se a dose efectiva colectiva (em man.Sv) para

o conjunto de trabalhadores monitorizados, organizados também por actividade da instalação, e na Figura 7.4 a respectiva representação gráfica.

Tabela 7.3 – Dose efectiva média para trabalhadores monitorizados e expostos (mSv), organizados por actividade das instalações do sector médico, em 2008.

Trabalh.	Rad Conv	Rad Int	Card	Rad Cir	Rad Conv + Ter Hosp	Radio	Med Nuc	Med Dent	Med Vet	O A Med
Monitor.	0,5	0,6	0,9	0,3	0,3	0,2	2,4	0,3	0,3	0,2
Expostos	1,6	1,8	2,2	0,8	0,9	0,7	3,5	0,8	0,8	0,5

Tabela 7.4 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados (man.Sv), organizados por actividade das instalações do sector médico, em 2008.

	Rad Conv	Rad Int	Card	Rad Cir	Rad Conv + Ter Hosp	Radio	Med Nuc	Med Dent	Med Vet	O A Med
Dose efect. colectiva	1,30	0,61	0,53	0,44	1,07	0,12	1,11	0,13	0,07	0,06

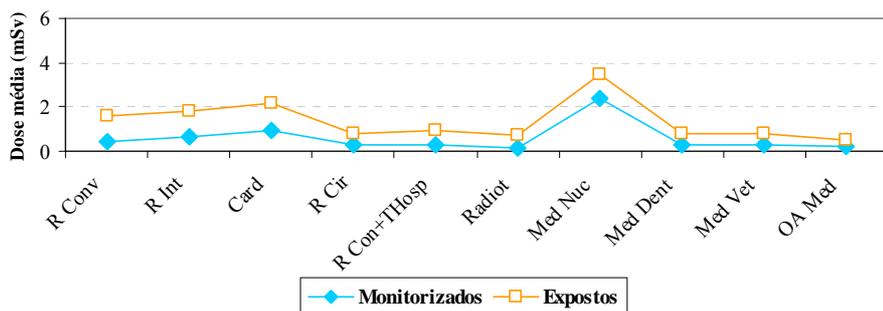


Figura 7.3 – Dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados e expostos organizados por actividade das instalações de medicina, em 2008.

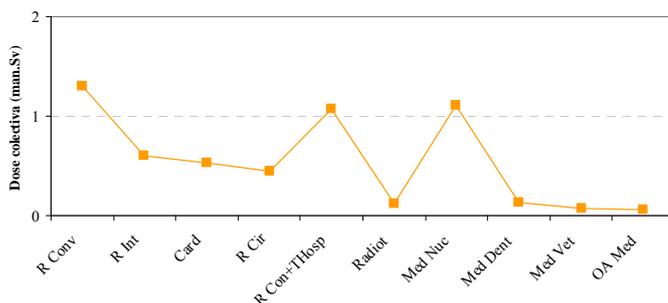


Figura 7.4 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados em instalações de medicina, em 2008

7.4 Panorama das actividades desenvolvidas no sector da Medicina

Nos parágrafos seguintes, resumem-se os principais aspectos identificados em cada uma das actividades desenvolvidas no sector da Medicina, agrupando os trabalhadores em função da

actividade principal da instalação à qual estão afectos, de acordo com os resultados observados nas secções 7.1 a 7.3 deste Capítulo.

Radiologia convencional. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados aumentou para 2.826 e o de expostos diminuiu ligeiramente para 822. A distribuição de dose dos trabalhadores expostos apresenta uma maior concentração nos primeiros dois intervalos de dose efectiva, com cauda para intervalos de dose efectiva mais elevada. O número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv foi de 69%, no intervalo $1 < E \leq 6$ mSv foi de 26% e no terceiro intervalo $6 < E \leq 15$ mSv foi de 3,4%. Registaram-se cinco trabalhadores com dose efectiva anual superior a 20 mSv, dos quais um deles excedeu 50 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi de 0,5 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi 1,6 mSv. A dose efectiva colectiva foi 1,30 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,4 e 1,1 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 1,3 e 4 mSv. Conclui-se que o valor registado em 2008 está contido no intervalo de variação.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores variou entre 1,15 e 1,58 man.Sv, pelo que o valor obtido em 2008 está contido no intervalo de variação.

Radiologia de intervenção. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados aumentou para 968 e o de expostos diminuiu para 330. A distribuição de dose dos trabalhadores expostos apresenta uma maior concentração nos primeiros dois intervalos de dose efectiva, com cauda para intervalos de dose efectiva mais elevada. O número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv foi de 63%, no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv foi 31% e no terceiro intervalo $6 < E \leq 15$ mSv foi de 4,5%. Registaram-se quatro trabalhadores com dose efectiva anual superior a 20 mSv, não se tendo registado doses superiores a 50 mSv neste ano e nesta actividade. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi de 0,6 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi 1,8 mSv. A dose efectiva colectiva foi 0,61 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,6 e 1,1 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 1,4 e 4,1 mSv. Conclui-se que o valor registado em 2008 está contido no intervalo de variação.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores variou entre 0,33 e 0,76 man.Sv, pelo que o valor obtido em 2008 está contido no intervalo de variação.

Cardiologia. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados e expostos manteve-se estável, em cerca de 566 e 240, respectivamente. A distribuição de dose dos trabalhadores expostos apresenta uma maior concentração nos primeiros dois intervalos de dose efectiva, com cauda para intervalos de dose efectiva mais elevada. O número de trabalhadores expostos no primeiro intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv foi de 49%, no segundo $1 < E \leq 6$ mSv foi de 43%, e no terceiro $6 < E \leq 15$ mSv foi de 7,5%. Registaram-se três trabalhadores com dose efectiva anual superior a 20 mSv, mas nenhum excedeu 50 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi de 0,9 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi 2,2 mSv. A dose efectiva colectiva foi 0,53 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,7 e 1,6 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 1,7 e 3,6 mSv. Conclui-se que o valor registado em 2008 está contido no intervalo de variação.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores variou entre 0,38 e 0,57 man.Sv, pelo que o valor obtido em 2008 está, igualmente, contido no intervalo de variação.

Radiologia cirúrgica. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados e expostos aumentou para 1.675 e 552, respectivamente. A distribuição de dose dos trabalhadores

expostos apresenta uma maior concentração nos primeiros dois intervalos de dose efectiva. O número de trabalhadores expostos no primeiro intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv foi de 79%, no segundo intervalo $1 < E \leq 6$ mSv foi de 20%, enquanto que no terceiro intervalo $6 < E \leq 15$ mSv foi de 1%. Não se registaram trabalhadores com dose efectiva anual superior a 15 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi 0,3 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi 0,8 mSv. A dose efectiva colectiva foi 0,44 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,1 e 0,3 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,7 e 1,1 mSv. Conclui-se que o valor registado em 2008 está contido no intervalo de variação.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores variou entre 0,08 e 0,49 man.Sv, pelo que o valor obtido em 2008 está contido no intervalo de variação.

Radiologia convencional e terapia hospitalares. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados e expostos aumentou para 3.550 e 1.165, respectivamente. A distribuição de dose dos trabalhadores expostos apresenta uma maior concentração nos primeiros dois intervalos de dose efectiva, com cauda para intervalos de dose efectiva mais elevada. O número de trabalhadores expostos no primeiro intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv foi 78,7%, no segundo intervalo $1 < E \leq 6$ mSv foi 19,7%, e no terceiro intervalo $6 < E \leq 15$ mSv foi de 1,5%. Registaram-se dois trabalhadores com dose efectiva anual superior a 15 mSv, um dos quais com dose anual superior a 20 mSv, mas inferior a 50 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi de 0,3 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi 0,9 mSv. A dose efectiva colectiva foi 1,07 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,3 e 0,6 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,8 e 1,8 mSv. Conclui-se que o valor registado em 2008 está contido no intervalo de variação.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores variou entre 0,98 e 1,64 man.Sv, pelo que o valor obtido em 2008 está contido no intervalo de variação.

Radioterapia. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados e expostos diminuiu ligeiramente para 751 e 155, respectivamente. A distribuição de dose dos trabalhadores expostos apresenta uma elevada concentração nos primeiros dois intervalos de dose efectiva. O número de trabalhadores expostos no primeiro intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv foi de 87%, no segundo intervalo $1 < E \leq 6$ mSv foi de 12%, e no terceiro $6 < E \leq 15$ mSv foi de 1%. Não se registaram trabalhadores com dose efectiva anual superior a 15 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi 0,2 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi 0,7 mSv. A dose efectiva colectiva foi 0,12 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,1 e 0,6 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,6 e 1,5 mSv. Conclui-se que o valor registado em 2008 está contido no intervalo de variação.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores variou entre 0,10 e 0,32 man.Sv, pelo que o valor obtido em 2008 está contido no intervalo de variação.

Medicina nuclear. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados diminuiu para 472, enquanto que o de trabalhadores expostos manteve-se à volta de 320. A distribuição de dose dos trabalhadores expostos apresenta uma concentração centrada no segundo intervalo de dose efectiva, com cauda para intervalos de dose efectiva mais elevada. O número de trabalhadores expostos no primeiro intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv foi de 31%, no segundo intervalo $1 < E \leq 6$ mSv foi de 51%, e no terceiro $6 < E \leq 15$ mSv 16%. Registaram-se cinco trabalhadores com dose efectiva anual superior a 20 mSv, mas nenhum excedeu 50 mSv. A dose efectiva

média para os trabalhadores monitorizados foi 2,4 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi 3,5 mSv. A dose efectiva colectiva foi 1,11 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 1,3 e 1,7 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 1,8 e 2,6 mSv. Conclui-se que o valor registado em 2008 é superior ao intervalo de variação em ambos os tipos de trabalhadores.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores variou entre 0,51 e 0,85 man.Sv, pelo que o valor obtido em 2008 é mais elevado.

Medicina dentária. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados e expostos aumentou para 513 e 167, respectivamente. A distribuição de dose dos trabalhadores expostos apresenta uma maior concentração nos primeiros dois intervalos de dose efectiva, com registos de dois trabalhadores em intervalos de dose efectiva mais elevada. O número de trabalhadores expostos no primeiro intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv foi de 92%, no segundo intervalo $1 < E \leq 6$ mSv foi de 7%. Registou-se um trabalhador com dose efectiva anual superior a 20 mSv, mas inferior a 50 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi 0,3 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi 0,8 mSv. A dose efectiva colectiva foi 0,13 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,3 e 0,6 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,8 e 3,9 mSv. Conclui-se que o valor registado em 2008 está contido no intervalo de variação.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores variou entre 0,10 e 0,18 man.Sv, pelo que o valor obtido em 2008 está contido no intervalo de variação.

Medicina veterinária. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados e expostos diminuiu para 254 e 84, respectivamente. A distribuição de dose dos trabalhadores expostos apresenta uma maior concentração nos primeiros dois intervalos de dose efectiva. O número de trabalhadores expostos no primeiro intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv foi de 82%, no segundo intervalo $1 < E \leq 6$ mSv foi de 17%, e no terceiro intervalo $6 < E \leq 15$ mSv foi de 1%. Não se registaram trabalhadores com dose efectiva anual superior a 15 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi 0,3 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi 0,8 mSv. A dose efectiva colectiva foi 0,07 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,0 e 0,4 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,0 e 2,1 mSv. Conclui-se que o valor registado em 2008 está contido no intervalo de variação.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores variou entre 0,00 e 0,12 man.Sv, pelo que o valor obtido em 2008 está contido no intervalo de variação.

Outras aplicações médicas. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados e expostos aumentou para 252 e 104, respectivamente. A distribuição de dose dos trabalhadores expostos está concentrada nos primeiros dois intervalos de dose efectiva, principalmente no primeiro. O número de trabalhadores expostos no primeiro intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv foi de 94% e no segundo intervalo $1 < E \leq 6$ mSv foi de 6%. Não se registaram trabalhadores com dose efectiva anual superior a 6 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi de 0,2 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi 0,5 mSv. A dose efectiva colectiva foi 0,06 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,1 e 0,4 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,4 e 0,9 mSv. Conclui-se que o valor registado em 2008 está contido no intervalo de variação.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores variou entre 0,01 e 0,04 man.Sv, pelo que o valor obtido em 2008 é superior ao intervalo de variação.

7.5 Dose efectiva média Medicina

7.5.1 Trabalhadores monitorizados

Relativamente a este conjunto de trabalhadores, observa-se que os valores da dose efectiva média relativos a 2008 são comparáveis aos registados nos anos de 2000 a 2006 e 2007, excepto na actividade *Medicina nuclear*, onde o valor de 2008 é mais elevado face aos anteriormente registados.

7.5.2 Trabalhadores expostos

Quanto ao conjunto dos trabalhadores expostos, observa-se que o valor da dose efectiva média relativo a 2008 é mais elevado na *Medicina nuclear*. Nas outras actividades, observa-se que os valores obtidos em 2008 estão contidos nos respectivos intervalos de variação, afastados dos extremos, sensivelmente a meio do intervalo. Na actividade *Medicina dentária* o valor registado é relativamente mais baixo do que em anos anteriores.

7.6 Contribuição para a dose efectiva colectiva na Medicina

Tendo em conta os valores da dose efectiva colectiva para cada actividade no sector MED apresentados na Tabela 7.4, observa-se que as actividades abaixo mencionadas contribuem para a dose colectiva da seguinte maneira e por ordem decrescente: *Radiologia convencional* (24%), *Medicina nuclear* (21%), *Radiologia convencional e terapia hospitalares* (20%), *Radiologia de intervenção* (11%), *Cardiologia* (10%), *Radiologia cirúrgica* (8%), sendo a contribuição das actividades *Radioterapia* e *Medicina dentária* (2%) e as restantes *Medicina veterinária* e *Outras aplicações médicas* (1%).

Exceptuando a actividade *Medicina nuclear* que apresenta este ano uma contribuição para a dose colectiva ligeiramente mais elevada, os restantes valores são comparáveis aos registados em anos anteriores.

8 Exposição ocupacional no sector das Minas

No Capítulo 4 apresentou-se a análise da exposição ocupacional no ano 2008 para o sector das Minas, tendo-se verificado que há apenas cinco instalações que solicitaram controlo individual para um total de 35 trabalhadores. Nenhum destes indivíduos recebeu uma dose efectiva anual superior a 0,1 mSv.

8.1 Número de trabalhadores no sector das Minas

No sector das Minas, há apenas um tipo de instalação, designadamente, *Minas não uraníferas*. Na Tabela 8.1 apresentam-se os números de trabalhadores monitorizados.

Tabela 8.1 – Número total de trabalhadores monitorizados e expostos no sector MIN (parte superior da tabela) e respectivas percentagens (%), em 2008.

2008	Monitorizados	Expostos
Trabalhadores	35	0
Tipo de Instalações	Monitorizados	Expostos
Minas não uraníferas	35 (100,0)	0 (0,0)

Observa-se que relativamente a 2007 o número de instalações e de trabalhadores monitorizados aumentou. No entanto, tal como referido no Capítulo 4, na Tabela 4.1 e nas correspondentes Figuras 4.1.b e 4.1.c, não há contribuição deste sector para a exposição ocupacional a radiação externa.

9 Conclusões

De seguida resumem-se as principais conclusões relativas à Exposição Ocupacional no ano 2008.

9.1 Total da exposição ocupacional (Capítulo 4)

O número de instalações controladas, de trabalhadores monitorizados e expostos em 2008 continuou a aumentar relativamente ao período 2000 a 2006 e ao ano de 2007. No entanto, a percentagem de trabalhadores expostos, manteve-se aproximadamente constante, entre 33 e 35%, face aos períodos anteriores.

Os valores da dose efectiva média total para os trabalhadores monitorizados e expostos obtidos em 2008 mantiveram a tendência para valores decrescentes observada no período 2000 a 2006, embora sejam ligeiramente mais elevados do que os correspondentes valores de 2007.

A dose efectiva colectiva total em 2008 foi de 6,9 man.Sv. Este valor foi superior aos obtidos nos últimos anos de 2000 a 2007, com uma aparente tendência de subida desde 2006.

9.1.1 Distribuições anuais por sector de actividade IND, INV, MED, MIN (Capítulo 4)

Indústria. Cerca de 5,5% receberam uma dose efectiva superior a 6 mSv, dos quais 2,2% (14 trabalhadores) receberam uma dose efectiva superior a 20 mSv, e 0,3% (2 trabalhadores) receberam uma dose superior a 50 mSv.

Investigação. Aproximadamente 2,7% (2 trabalhadores) receberam uma dose efectiva superior a 6 mSv e inferior a 15 mSv. Da observação da Tabela 4.1, verifica-se que uma pessoa recebeu uma dose efectiva inferior a 10 mSv, enquanto que a outra teve uma dose inferior a 15 mSv, não se tendo registado valores de dose efectiva superiores a 15 mSv neste ano e neste sector.

Medicina. Cerca de 4,2% receberam uma dose efectiva superior a 6 mSv (166 trabalhadores), dos quais 0,5% (18 trabalhadores) receberam uma dose efectiva superior a 20 mSv, enquanto que apenas um trabalhador recebeu uma dose superior a 50 mSv.

Minas. Não houve trabalhadores com dose efectiva superior a 0,1 mSv em 2008.

9.1.2 Dose efectiva média por sector de actividade IND, INV, MED, MIN (Capítulo 4)

Indústria. Observou-se que o valor obtido para a dose efectiva média dos trabalhadores monitorizados é equivalente aos registados anteriormente, no período 2000 a 2006 e 2007. Quanto aos trabalhadores expostos, o valor de 2008 foi considerado elevado, mas comparável ao valor obtido em 2004.

Investigação. Observou-se que o valor obtido para a dose efectiva média dos trabalhadores monitorizados é equivalente aos registados anteriormente, no período 2000 a 2006 e 2007. Quanto aos trabalhadores expostos, o valor de 2008 foi também mais elevado, sendo comparável aos valores obtidos em 2000 e 2001.

Medicina. Observou-se que o valor obtido para a dose efectiva média dos trabalhadores monitorizados é equivalente aos registados anteriormente, no período 2000 a 2006 e 2007. Quanto aos trabalhadores expostos, o valor de 2008 foi comparável aos valores obtidos desde 2004.

Minas. Atendendo a que não houve trabalhadores expostos, os valores das doses efectivas médias são nulos para ambos os tipos de trabalhadores, como verificado em 2007.

9.1.3 Dose efectiva colectiva por sector de actividade IND, INV, MED, MIN (Cap. 4)

Indústria. A dose efectiva colectiva em 2008 foi praticamente o dobro dos valores registados nos anos anteriores de 2000 a 2004.

Investigação. A dose efectiva colectiva em 2008 foi superior à verificada anteriormente, coincidente com a registada em 2002. Tal como nos outros anos, foi sempre muito inferior quando comparada com a dos sectores da Indústria e da Medicina.

Medicina. A dose efectiva colectiva em 2008 foi ligeiramente superior à observada no período 2005 a 2007, mas comparável à registada em 2004.

Minas. Pelas razões apontadas, este sector não contribuiu para a dose colectiva, à semelhança do sucedido em 2007.

9.1.4 Contribuição para a dose efectiva colectiva (Capítulo 4)

Quanto à contribuição de cada sector de actividade para a dose colectiva, comparando os valores registados em períodos anteriores (2000 a 2007), observou-se que no ano de 2008 o sector industrial (20%) registou a contribuição mais elevada, enquanto que o sector médico (79%) registou a mais baixa contribuição. Relativamente à contribuição do sector da Investigação (1%), verificou-se que em 2008 foi dos anos em que esta contribuição foi mais elevada.

9.2 Exposição ocupacional na Indústria (Capítulo 5)

9.2.1 Panorama das actividades desenvolvidas

Os trabalhadores foram agrupados em função da actividade principal da Instalação à qual se encontram afectos.

Radiografia industrial. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados manteve uma tendência de subida para 135, enquanto que o número de trabalhadores expostos pareceu manter-se. A distribuição de dose dos trabalhadores expostos apresentou de igual modo uma maior concentração nos primeiros dois intervalos de dose efectiva, com cauda para intervalos de dose efectiva mais elevada. O número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv desceu para 37%, no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv subiu para 56%, enquanto que no intervalo $6 < E \leq 15$ mSv foi de 2.3%. Registou-se um trabalhador com dose efectiva anual superior a 20 mSv, e outro com dose anual superior a 50 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi de 1,4 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi 4,3 mSv. A dose efectiva colectiva foi 0,18 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,5 e 1,8 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 1,3 e 3,6 mSv. Concluiu-se que o valor registado em 2008 no caso dos trabalhadores expostos foi ligeiramente superior ao intervalo de variação anteriormente registado.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores variou entre 0,06 e 0,19 man.Sv, pelo que o valor obtido em 2008 está contido no intervalo de variação.

Radiografia industrial em câmara. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados aumentou bastante, tendo o número de trabalhadores expostos também aumentado consideravelmente. A distribuição de dose dos trabalhadores expostos concentra-se nos dois

primeiros intervalos de dose efectiva. O número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv rondou os 69%, enquanto que no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv rondou os 31%. Não se registaram trabalhadores nos intervalos de dose superiores a 6 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi de 0,3 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi de 0,9 mSv. A dose efectiva colectiva foi inferior a 0,04 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,1 e 0,6 mSv, e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 1,2 e 5,6 mSv. Concluiu-se que o valor registado em 2008 está contido no intervalo de variação.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores foi inferior a 0,02 man.Sv, pelo que o valor obtido em 2008 foi ligeiramente superior.

Radiografia industrial em estaleiro. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados aumentou ligeiramente, enquanto que o número de trabalhadores expostos rondou os 70. A distribuição de dose dos trabalhadores expostos apresentou um maior número nos três primeiros intervalos de dose efectiva, com cauda para intervalos de dose efectiva mais elevada, superior a 15 mSv. O número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv foi de 42%, no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv foi 31%, e no intervalo $6 < E \leq 15$ mSv foi de 13%. Neste ano, 9 trabalhadores receberam uma dose efectiva anual superior a 20 mSv e um superior a 50 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi de 4 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi de 7,1 mSv. A dose efectiva colectiva relativa a esta actividade foi 0,5 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 1,5 e 2,5 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 2,9 e 5,5 mSv. Concluiu-se que as doses médias em 2008 são superiores às anteriormente registadas.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores variou entre 0,18 e 0,26 man.Sv, pelo que o valor obtido este ano foi também superior.

Outras aplicações industriais. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados e expostos continuou a aumentar, respectivamente para 1.230 e 450. A distribuição de dose dos trabalhadores expostos apresentou uma configuração típica das distribuições no sector industrial, isto é, maior número nos dois primeiros intervalos de dose efectiva, com cauda para intervalos de dose efectiva mais elevada, superior a 6 mSv. O número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv foi 74%, no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv foi 24% e no terceiro intervalo $6 < E \leq 15$ mSv foi de 2%. Em 2008 registaram-se dois trabalhadores com dose efectiva anual superior a 20 mSv. Não se registaram doses anuais superiores a 50 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi de 0,4 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi de 1,2 mSv. A dose efectiva colectiva foi de 0,54 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,2 e 0,5 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,9 e 2,9 mSv, pelo que o valor de 2008 se encontra contido nos intervalos de variação.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores variou entre 0,19 e 0,50 man.Sv, pelo que o valor registado em 2008 foi ligeiramente superior, confirmando a tendência de subida da dose colectiva neste grupo.

Irradiação industrial. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados e expostos manteve-se com valores igualmente baixos como os registados anteriormente, respectivamente cerca de 30 e cerca de 6. Dado o reduzido número de trabalhadores, a distribuição de dose tem pouco significado. Não se tendo registado doses efectivas superiores a 6 mSv no período em estudo, houve no entanto uma aparente tendência para a curva se

deslocar para a direita, para valores de dose ligeiramente mais elevados. O número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv foi 25%, no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv foi 75%. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi 0,1 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi de 1,1 mSv. A dose efectiva colectiva foi inferior a 0,01 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,1 e 0,3 mSv. No caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,4 e 1,0 mSv, pelo que os valores obtidos em 2008 se encontram praticamente contidos no intervalo de variação respectivo.

O valor de 2008 para a dose efectiva colectiva foi consentâneo com os obtidos em períodos anteriores.

Electromedicina. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados e expostos aumentou para cerca de 240 e 50, respectivamente. A distribuição de doses dos trabalhadores expostos apresentou um maior número nos dois primeiros intervalos de dose efectiva. O número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv foi de 80%, enquanto que no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv foi de 12%. Registaram-se dois trabalhadores com dose efectiva anual superior a 6 mSv e outros dois com dose efectiva anual superior a 20 mSv. Não se registaram doses superiores a 50 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi 0,5 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi de 2,2 mSv. A dose efectiva colectiva foi inferior a 0,11 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,2 e 0,8 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,8 e 3,0 mSv, pelo que em ambos casos, os valores obtidos em 2008 caem dentro dos respectivos intervalos de variação.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores variou entre 0,03 e 0,12 man.Sv, pelo que o valor de 2008 se encontra também contido no intervalo de variação.

Transporte de material radioactivo. Em 2008 manteve-se o mesmo número (muito reduzido) de quatro trabalhadores, todos expostos. Os valores das doses recebidas estão distribuídos nos três primeiros intervalos de dose centrados no intervalo $1 < E \leq 6$ mSv, Neste ano não se registaram doses superiores a 15 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados e para os trabalhadores expostos foi de 3,7 mSv. A dose efectiva colectiva foi de 0,01 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados e para os trabalhadores expostos variou, em ambos os casos, entre 3,9 e 8,6 mSv, pelo que o valor obtido em 2008 foi ligeiramente inferior ao mínimo até agora registado. A dose efectiva colectiva em períodos anteriores variou entre 0,02 e 0,03 man.Sv, pelo que o valor de 2008 foi ligeiramente inferior.

9.2.2 Dose efectiva média na Indústria. Trabalhadores monitorizados

Observou-se que os valores da dose efectiva média relativos a 2008 foram comparáveis aos registados nos anos de 2000 a 2006 e 2007, excepto na actividade *Radiografia industrial em estaleiro*, onde o valor de 2008 foi elevado face aos anteriormente registados.

9.2.3 Dose efectiva média na Indústria. Trabalhadores expostos

Observou-se que os valores da dose efectiva média relativos a 2008 são mais elevados do que os registados em anos anteriores nas seguintes actividades: *Radiografia industrial*, *Radiografia industrial em estaleiro*, *Irradiação industrial* e *Electromedicina*. Verificou-se

que o valor relativo a 2008 foi semelhante a valores observados anteriormente nas actividades *Outras aplicações industriais* e *Transporte de material radioactivo*, tendo sido relativamente mais baixo na actividade de *Radiografia industrial em câmara*.

9.2.4 Contribuição para a dose efectiva colectiva na Indústria

Em 2008 observou-se a seguinte contribuição para a dose efectiva colectiva neste sector (por ordem decrescente): *Outras actividades industriais* (39%), *Radiografia industrial em estaleiro* (36%), *Radiografia industrial* (13%), *Electromedicina* (8%), *Radiografia industrial em câmara* (3%), *Transporte de material radioactivo* (1%), sendo a contribuição da actividade *Irradiação industrial* muito inferior a qualquer das outras. Estes valores foram comparáveis aos registados anteriormente de 2000 a 2007.

9.3 Exposição ocupacional na Investigação (Capítulo 6)

9.3.1 Panorama das actividades desenvolvidas

Os trabalhadores foram agrupados em função da actividade principal da Instalação à qual se encontram afectos.

Investigação. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados e expostos diminuiu para 230 e 61, respectivamente. Os valores das doses recebidas encontram-se distribuídos nos três primeiros intervalos de dose, concentrados no primeiro intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv com 89%, seguido de 8% no intervalo $1 < E \leq 6$ mSv, e 3% no terceiro intervalo $6 < E \leq 15$ mSv. Neste ano, não se registaram doses superiores a 15 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados e para os trabalhadores expostos foi de 0,2 e 0,8 mSv, respectivamente. A dose efectiva colectiva foi de 0,05 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi inferior a 0,1 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,3 e 0,6 mSv. Concluiu-se que os valores registados em 2008 foram ligeiramente superiores aos intervalos de variação anteriormente registados.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores foi inferior a 0,03 man.Sv, pelo que o valor obtido em 2008 foi também ligeiramente mais elevado do que os anteriormente registados.

Ensino superior. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados aumentou para 74 e o dos trabalhadores expostos diminuiu para 4. Os valores das doses recebidas estão todos contidos no primeiro intervalo de dose. Neste ano, não se registaram doses superiores a 1 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados e para os trabalhadores expostos foi de 0,0 e 0,1 mSv, respectivamente. A dose efectiva colectiva foi de 0,00 man.Sv (ou seja, inferior a 1 man.mSv).

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi inferior a 0,1 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,3 e 1,2 mSv. Concluiu-se que os valores registados em 2008 foram inferiores aos intervalos de variação anteriormente registados.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores foi inferior a 0,01 man.Sv, pelo que o valor obtido em 2008 foi também inferior aos anteriormente registados.

Investigação nuclear. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados aumentou para 186, mantendo-se o número de trabalhadores expostos. Os valores das doses recebidas encontram-se distribuídos pelos dois primeiros intervalos de dose, com 67% no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv e 33% no segundo intervalo $1 < E \leq 6$ mSv. Neste ano, não se registaram doses

superiores a 6 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados e para os trabalhadores expostos foi de 0,0 e 1,2 mSv, respectivamente. A dose efectiva colectiva foi de 0,01 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi inferior a 0,2 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,3 e 0,6 mSv (excluindo a situação invulgar registada em 2002). Concluiu-se que o valor registado em 2008 para os trabalhadores expostos foi cerca do dobro do registado habitualmente.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores foi inferior a 0,01 man.Sv, pelo que o valor obtido em 2008 foi equivalente aos anteriormente registados.

9.3.2 Dose efectiva média na Investigação. Trabalhadores monitorizados

Observou-se que os valores da dose efectiva média relativos a 2008 foram comparáveis aos registados nos anos de 2000 a 2006 e 2007.

9.3.3 Dose efectiva média na Investigação. Trabalhadores expostos

Observou-se que os valores da dose efectiva média relativos a 2008 nas actividades *Investigação* e *Investigação nuclear* foram ligeiramente mais elevados do que os registado em anos anteriores, embora no caso da *Investigação* não fosse muito diferente do valor registado em 2002 e 2004. Na actividade *Ensino superior* o valor de 2008 foi o menor valor registado de 2000 a 2007.

9.3.4 Contribuição para a dose efectiva colectiva na Investigação

Em 2008 observou-se por ordem decrescente, a seguinte contribuição para a dose efectiva colectiva neste sector: *Investigação* (83%), *Investigação nuclear* (17%), sendo este ano a contribuição da actividade *Ensino superior* muito inferior a qualquer das outras.

Estes valores foram comparáveis aos registados anteriormente, sendo novamente de referir que os valores absolutos foram desprezáveis quando comparados com a dose efectiva recebida nos sectores da Indústria e da Medicina.

9.4 Exposição ocupacional na Medicina (Capítulo 7)

9.4.1 Panorama das actividades desenvolvidas

Do mesmo modo que nos outros Sectores, os trabalhadores foram agrupados em função da actividade principal da instalação à qual se encontram afectos.

Radiologia convencional. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados aumentou para 2.826 e o de expostos diminuiu ligeiramente para 822. A distribuição de dose dos trabalhadores expostos apresentou uma maior concentração nos primeiros dois intervalos de dose efectiva, com cauda para intervalos de dose efectiva mais elevada. O número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv foi de 69%, no intervalo $1 < E \leq 6$ mSv foi de 26%, e no terceiro intervalo $6 < E \leq 15$ mSv foi de 3,4%. Registaram-se cinco trabalhadores com dose efectiva anual superior a 20 mSv, dos quais um deles excedeu 50 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi de 0,5 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi 1,6 mSv. A dose efectiva colectiva foi 1,30 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,4 e 1,1 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 1,3 e 4 mSv. Concluiu-se que o valor registado em 2008 está contido no intervalo de variação.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores variou entre 1,15 e 1,58 man.Sv, pelo que o valor obtido em 2008 está também contido no intervalo de variação.

Radiologia de intervenção. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados aumentou para 968 e o de expostos diminuiu para 330. A distribuição de dose dos trabalhadores expostos apresentou uma maior concentração nos primeiros dois intervalos de dose efectiva, com cauda para intervalos de dose efectiva mais elevada. O número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv foi de 63%, no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv foi 31%, e no terceiro intervalo $6 < E \leq 15$ mSv foi de 4,5%. Registaram-se quatro trabalhadores com dose efectiva anual superior a 20 mSv, não se tendo registado doses superiores a 50 mSv neste ano. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi de 0,6 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi 1,8 mSv. A dose efectiva colectiva foi 0,61 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,6 e 1,1 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 1,4 e 4,1 mSv. Concluiu-se que o valor registado em 2008 está contido no intervalo de variação.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores variou entre 0,33 e 0,76 man.Sv, pelo que o valor obtido em 2008 está contido no intervalo de variação.

Cardiologia. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados e expostos manteve-se estável, cerca de 566 e 240, respectivamente. A distribuição de dose dos trabalhadores expostos apresentou uma maior concentração nos primeiros dois intervalos de dose efectiva, com cauda para intervalos de dose efectiva mais elevada. O número de trabalhadores expostos no primeiro intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv foi de 49%, no segundo $1 < E \leq 6$ mSv foi de 43%, e no terceiro $6 < E \leq 15$ mSv foi de 7,5%. Registaram-se três trabalhadores com dose efectiva anual superior a 20 mSv, mas nenhum excedeu 50 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi de 0,9 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi 2,2 mSv. A dose efectiva colectiva foi 0,53 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,7 e 1,6 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 1,7 e 3,6 mSv. Concluiu-se que o valor registado em 2008 se encontra contido no intervalo de variação.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores variou entre 0,38 e 0,57 man.Sv, pelo que o valor obtido em 2008 está contido no intervalo de variação.

Radiologia cirúrgica. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados e expostos aumentou para 1.675 e 552, respectivamente. A distribuição de dose dos trabalhadores expostos apresentou uma maior concentração nos primeiros dois intervalos de dose efectiva. O número de trabalhadores expostos no primeiro intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv foi de 79%, no segundo intervalo $1 < E \leq 6$ mSv foi de 20%, enquanto que no terceiro intervalo $6 < E \leq 15$ mSv foi de 1%. Não se registaram trabalhadores com dose efectiva anual superior a 15 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi de 0,3 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi 0,8 mSv. A dose efectiva colectiva foi 0,44 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,1 e 0,3 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,7 e 1,1 mSv. Concluiu-se que o valor registado em 2008 está contido no intervalo de variação.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores variou entre 0,08 e 0,49 man.Sv, pelo que o valor obtido em 2008 está contido no intervalo de variação.

Radiologia convencional e terapia hospitalares. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados e expostos aumentou para 3.550 e 1.165, respectivamente. A distribuição de dose dos trabalhadores expostos apresentou uma maior concentração nos primeiros dois

intervalos de dose efectiva, com cauda para intervalos de dose efectiva mais elevada. O número de trabalhadores expostos no primeiro intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv foi 78,7%, no segundo intervalo $1 < E \leq 6$ mSv foi 19,7%, e no terceiro intervalo $6 < E \leq 15$ mSv foi de 1,5%. Registaram-se dois trabalhadores com dose efectiva anual superior a 15 mSv, um dos quais com dose anual superior a 20 mSv, mas inferior a 50 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi de 0,3 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi 0,9 mSv. A dose efectiva colectiva foi 1,07 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,3 e 0,6 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,8 e 1,8 mSv. Concluiu-se que o valor registado em 2008 está contido no intervalo de variação.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores variou entre 0,98 e 1,64 man.Sv, pelo que o valor obtido em 2008 está contido no intervalo de variação.

Radioterapia. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados e expostos diminuiu ligeiramente para 751 e 155, respectivamente. A distribuição de dose dos trabalhadores expostos apresentou uma elevada concentração nos primeiros dois intervalos de dose efectiva. O número de trabalhadores expostos no primeiro intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv foi de 87%, no segundo intervalo $1 < E \leq 6$ mSv foi de 12%, e no terceiro $6 < E \leq 15$ mSv foi de 1%. Não se registaram trabalhadores com dose efectiva anual superior a 15 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi de 0,2 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi 0,7 mSv. A dose efectiva colectiva foi 0,12 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,1 e 0,6 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,6 e 1,5 mSv. Concluiu-se que o valor registado em 2008 está contido no intervalo de variação.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores variou entre 0,10 e 0,32 man.Sv, pelo que o valor obtido em 2008 está contido no intervalo de variação.

Medicina nuclear. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados diminuiu para 472, enquanto que o de trabalhadores expostos se manteve em torno a 320. A distribuição de dose dos trabalhadores expostos apresentou uma concentração centrada no segundo intervalo de dose efectiva, com cauda para intervalos de dose efectiva mais elevada. O número de trabalhadores expostos no primeiro intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv foi de 31%, no segundo intervalo $1 < E \leq 6$ mSv foi de 51%, e no terceiro $6 < E \leq 15$ mSv 16%. Registaram-se cinco trabalhadores com dose efectiva anual superior a 20 mSv, mas nenhum excedeu 50 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi de 2,4 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi 3,5 mSv. A dose efectiva colectiva foi 1,11 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 1,3 e 1,7 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 1,8 e 2,6 mSv. Concluiu-se que o valor registado em 2008 é superior ao intervalo de variação em ambos os casos.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores variou entre 0,51 e 0,85 man.Sv, pelo que o valor obtido em 2008 foi mais elevado.

Medicina dentária. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados e expostos aumentou para 513 e 167, respectivamente. A distribuição de dose dos trabalhadores expostos apresentou uma maior concentração nos primeiros dois intervalos de dose efectiva, com registos de dois trabalhadores em intervalos de dose efectiva mais elevada. O número de trabalhadores expostos no primeiro intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv foi de 92%, no segundo intervalo $1 < E \leq 6$ mSv foi de 7%. Registou-se um trabalhador com dose efectiva anual superior a 20 mSv, mas inferior a 50 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi

de 0,3 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi 0,8 mSv. A dose efectiva colectiva foi 0,13 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,3 e 0,6 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,8 e 3,9 mSv. Concluiu-se que o valor registado em 2008 está contido no intervalo de variação.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores variou entre 0,10 e 0,18 man.Sv, pelo que o valor obtido em 2008 está contido no intervalo de variação.

Medicina veterinária. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados e expostos diminuiu para 254 e 84, respectivamente. A distribuição de dose dos trabalhadores expostos apresentou uma maior concentração nos primeiros dois intervalos de dose efectiva. O número de trabalhadores expostos no primeiro intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv foi de 82%, no segundo intervalo $1 < E \leq 6$ mSv foi de 17%, e no terceiro intervalo $6 < E \leq 15$ mSv foi de 1%. Não se registaram trabalhadores com dose efectiva anual superior a 15 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi de 0,3 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi 0,8 mSv. A dose efectiva colectiva foi 0,07 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,0 e 0,4 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,0 e 2,1 mSv. Concluiu-se que o valor registado em 2008 está contido no intervalo de variação.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores variou entre 0,00 e 0,12 man.Sv, pelo que o valor obtido em 2008 está contido no intervalo de variação.

Outras aplicações médicas. Em 2008 o número de trabalhadores monitorizados e expostos aumentou para 252 e 104, respectivamente. A distribuição de dose dos trabalhadores expostos encontra-se concentrada nos primeiros dois intervalos de dose efectiva, principalmente no primeiro. O número de trabalhadores expostos no primeiro intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv foi de 94% e no segundo intervalo $1 < E \leq 6$ mSv foi de 6%. Não se registaram trabalhadores com dose efectiva anual superior a 6 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi de 0,2 mSv e no caso dos trabalhadores expostos foi 0,5 mSv. A dose efectiva colectiva foi 0,06 man.Sv.

Em períodos anteriores, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,1 e 0,4 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,4 e 0,9 mSv. Concluiu-se que o valor registado em 2008 está contido no intervalo de variação.

A dose efectiva colectiva em períodos anteriores variou entre 0,01 e 0,04 man.Sv, pelo que o valor obtido em 2008 é superior ao intervalo de variação.

9.4.2 Dose efectiva média na Medicina. Trabalhadores monitorizados

Observou-se que os valores da dose efectiva média relativos a 2008 foram comparáveis aos registados nos anos de 2000 a 2006 e 2007, excepto na actividade de *Medicina nuclear*, onde o valor de 2008 foi mais elevado face aos anteriormente registados.

9.4.3 Dose efectiva média na Medicina. Trabalhadores expostos

Observou-se que o valor da dose efectiva média relativo a 2008 foi mais elevado na *Medicina nuclear*. Nas outras actividades observou-se que os valores obtidos em 2008 se encontram nos respectivos intervalos de variação, afastados dos extremos, sensivelmente a meio do intervalo. Na actividade de *Medicina dentária* o valor registado foi relativamente mais baixo do que em anos anteriores.

9.4.4 Contribuição para a dose efectiva colectiva na Medicina

Em 2008 observou-se por ordem decrescente a seguinte contribuição para a dose efectiva colectiva neste sector: *Radiologia convencional* (24%), *Medicina nuclear* (21%), *Radiologia convencional e terapia hospitalares* (20%), *Radiologia de intervenção* (11%), *Cardiologia* (10%), *Radiologia cirúrgica* (8%), sendo a contribuição das restantes actividades bastante inferior, como observado em *Radioterapia* e *Medicina dentária* (2%), bem como em *Medicina veterinária* e nas *Outras aplicações médicas* (1%).

Exceptuando a actividade de *Medicina nuclear* que apresentou este ano uma contribuição para a dose colectiva ligeiramente mais elevada, os restantes valores foram comparáveis aos registados em anos anteriores.

9.5 Exposição ocupacional na Minas (Capítulo 8)

Em 2008 houve apenas um tipo de instalação, designadamente, *Minas não uraníferas*. Apesar de se ter observado que relativamente a 2007 o número de instalações e de trabalhadores monitorizados aumentou, não houve contribuição deste sector para a exposição ocupacional a radiação externa.

9.6 Conclusão final

No ano 2008 o número total de trabalhadores monitorizados e expostos aumentou para cerca de 14.300 e 4.700, respectivamente.

Considerando o limite anual de dose efectiva em vigor no período 2008 (DR 9/1990⁽¹⁰⁾), apenas 1% dos trabalhadores monitorizados (45 trabalhadores) receberam uma dose efectiva anual superior a 15 mSv (3/10 do limite). Neste ano, três trabalhadores excederam 50 mSv, comparável ao sucedido nos anos 2000 a 2007.

Tendo em conta a Directiva 96/29/EURATOM⁽³⁾, o DL 167/2002⁽²⁾ pressupõe 20 mSv como limite anual para a dose efectiva, ao definir trabalhador exposto da categoria A como o trabalhador susceptível de receber uma dose anual superior a 6 mSv e ao estabelecer o valor de 2 mSv como a dose de declaração obrigatória. Assim, cerca de 4,5% dos trabalhadores receberam uma dose anual superior a 6 mSv. Neste período, 34 trabalhadores excederam o limite de 20 mSv, correspondendo a 0,8%. Quaisquer destes números são comparáveis aos registados no período 2000 a 2007.

Os sectores de actividade que registaram valores de dose efectiva mais elevada são a Medicina e a Indústria, sectores onde também há um maior número de trabalhadores. As conclusões sectoriais encontram-se amplamente descritas nos itens anteriores.

Para finalizar, à semelhança do descrito nos Relatórios UPSR-A n^{os} 34/2010⁽²⁶⁾ e 35/2010⁽²⁷⁾, o RCD continuará a envidar esforços para reunir mais dados relativos aos trabalhadores, como por exemplo, os relativos às funções e práticas exercidas nas respectivas instalações, de modo que, num futuro próximo, o RCD realize estudos mais pormenorizados que por falta de informação ainda não foi possível efectuar.

ITN-Sacavém, Julho de 2010

Bibliografia

1. Decreto-Lei nº 165/2002, de 17 de Julho, Diário da República, Imprensa Nacional, Casa da Moeda (2002).
2. Decreto-Lei nº 167/2002, de 18 de Julho, Diário da República, Imprensa Nacional, Casa da Moeda (2002).
3. Directiva 96/29/EURATOM, de 13 de Maio 1996, *laying down Basic Safety Standards for the Protection of Health of Workers and the General Public Against the Dangers Arising from Ionizing Radiation*. Official Journal of the European Communities L 159, vol. 39, 29 de Junho (1996).
4. Decreto-Lei nº 222/2008, de 17 de Novembro, Diário da República, Imprensa Nacional, Casa da Moeda (2008).
5. Directiva 90/641/EURATOM, de 4 de Dezembro, *Outside Workers Directive*. Official Journal of the European Communities L 349, 13 de Dezembro (1990).
6. Decreto-Regulamentar nº 29/1997, de 29 de Julho. Diário da República, Imprensa Nacional, Casa da Moeda (1997).
7. Despacho nº 8934/1997 (2ª Série) do Ministério da Saúde, 16 de Setembro. Diário da República, II Série, Imprensa Nacional, Casa da Moeda (1997).
8. International Atomic Energy Agency. *International Basic Safety Standards for Protection Against Ionising Radiation and for the Safety of Radiation Sources*. Safety Series n. 115, Vienna: IAEA (1996).
9. International Commission on Radiological Protection. *1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP Publication 60. Ann. ICRP 21(1-3) (Oxford: Pergamon Press) (1991).
10. Decreto-Regulamentar nº 9/1990, de 19 de Abril, Diário da República, Imprensa Nacional, Casa da Moeda (1990).
11. Comissão Europeia. Radiation Protection nº 160. *Technical recommendations for monitoring individuals occupationally exposed to external radiation*. Comissão Europeia, Luxemburgo. Office for Official Publications of the European Union (2009).
12. Decreto-Lei nº 156/2007, de 27 de Abril, Diário da República, Imprensa Nacional, Casa da Moeda (2007).
13. Martins, M.B., Alves, J.G., Roda, A.R., Abrantes, J.N. *Towards a National Register in Portugal*. In Proceedings of 11th International Congress of the International Radiation Protection Association, Madrid (Espanha), Maio 2004, 23-28 em CD-ROM, (2004).
14. Alves, J.G., Martins, M.B., Roda, A.R., Abrantes, J.N. *Databases in use at the Individual Monitoring Service of ITN-DPRSN*. Radiat. Prot. Dosim. 111, 1, 1-7 (2004).
15. Carreiro, J.V., Simões, M.C. *Contribution to the Study of the Radiation Exposure to the Portuguese Population – Occupational Exposure*. LNETI/DPSR-B-n. 97 (1987).
16. Carreiro, J.V. and Barreiros, A. *Occupational Radiation Doses in Portugal*. Acta Radiol. Port. 2(7), 83-86 (1990).
17. Carreiro, J.V. and Avelar, R. *Occupational Exposure in Medical and Paramedical Professions in Portugal*. Radiat. Prot. Dosim. 36(2-4), 233-236 (1991).
18. Carreiro, J.V. *Exposição da População Portuguesa às Radiações Ionizantes*. In Proceedings of the 1^{as} Jornadas Hispano-Lusas de Protecção Radiológica, Santiago de Compostela, Spain, April 1994, 433- 440, in *Portuguese* (1994).
19. Alves, J.G., Martins, M.B., Amaral, E.M. *Occupational Radiation Doses in Portugal from 1994 to 1998*. in Proceedings of 10th International Congress of the International Radiation Protection Association, Hiroshima, (Japão), Maio 2000, P-3b-174 (2000).
20. Alves, J.G., Martins, M.B., Amaral, E.M. *Occupational Exposure in Portugal in 1999*. Radiat. Prot. Dosim., 96, 1-3, 43-47 (2001).

21. Alves, J.G., Martins, M.B., Roda, A.R., Abrantes, J.N. *Occupational Exposure in Portugal in 1996-2002 in 5-Year Periods*. In Proceedings of 11th International Congress of the International Radiation Protection Association, Madrid (Espanha), Maio 2004, em CD-ROM (2004).
22. Martins, M.B., Abrantes, J.N., Alves, J.G. *Occupational Exposure in Portugal in the 1999 - 2003 Period*, in 2nd European IRPA Congress on Radiation Protection, Maio 2006, Paris (França), em CD-ROM (2006).
23. Martins, M.B., Alves, J.G., Abrantes, J.N., Roda, A.R. *Occupational Exposure in Nuclear Medicine in Portugal in the 1999-2003*. Radiat. Prot. Dosim. **125**, 1-4, 130-134 (2007).
24. Alves, J.G., Martins, M.B. *The Portuguese central dose register*, http://www.esorex.cz/ES_004_Workshop/ES_003_Country_Presentations/PORTUGAL.pps, in Proceedings of the ESOREX workshop, Prague (Rep. Checa), Dezembro 2004.
25. Martins, M.B., Antunes, T., Alves, J.G. *ESOREX European Study on Occupational Exposure, Portugal*, in Proceedings of the ESOREX Symposium, Prague (Rep. Checa), Junho (2010).
26. Martins, M.B., Alves, J.G. *Exposição ocupacional em Portugal no período 2000 a 2006*, Instituto Tecnológico e Nuclear. Relatório UPSR-A nº 34/2010.
27. Martins, M.B., Alves, J.G. *Exposição ocupacional em Portugal no ano 2007*, Instituto Tecnológico e Nuclear. Relatório UPSR-A nº 35/2010.
28. International Commission on Radiological Protection. *General Principles for the radiation protection of workers*. ICRP Publication 75. Ann. ICRP 27, 1, Oxford: Pergamon Press (1997).

ANEXO I

INQUÉRITO PARA O CONTROLO DOS TRABALHADORES EXPOSTOS ÀS RADIAÇÕES IONIZANTES

1. Identificação da Instalação

Entidade: _____
 Serviço: _____
 Morada: _____
 C. Postal: _____ Localidade: _____
 Telefone: _____ Fax: _____ E-mail: _____
 Concelho: _____ Distrito: _____
 Pessoa responsável: _____ Função: _____
 Telefone: _____ Fax: _____ E-mail: _____

2. Informação relativa à Instalação

2.1 Sector e tipo de Actividade:

 Aplicações Médicas

Cód.	Sector	<input type="checkbox"/>	Cód.	Sector	<input type="checkbox"/>
1.1	Radiologia Convencional	<input type="checkbox"/>	2.1	Braquiterapia	<input type="checkbox"/>
1.2	Angiografia	<input type="checkbox"/>	2.2	Radioterapia externa	<input type="checkbox"/>
1.3	Intervenção	<input type="checkbox"/>	3.1	Medicina Nuclear (terapia)	<input type="checkbox"/>
1.4	TAC	<input type="checkbox"/>	3.2	Medicina Nuclear (diagnóstico)	<input type="checkbox"/>
1.5	Mamografia	<input type="checkbox"/>	3.3	Diagnóstico <i>in-vitro</i>	<input type="checkbox"/>
1.6	Dentária	<input type="checkbox"/>	4	Outro (especifique)	<input type="checkbox"/>
1.7	Outro (especifique)	<input type="checkbox"/>	5	Radiologia (Med. Veterinária)	<input type="checkbox"/>

 Aplicações Industriais

Cód.	Sector	<input type="checkbox"/>	Cód.	Sector	<input type="checkbox"/>
1.1	Radiografia industrial em câmara	<input type="checkbox"/>	3	Controlo de processos industriais	<input type="checkbox"/>
1.2	Radiografia industrial em estaleiro	<input type="checkbox"/>	4	Controlo laboratorial	<input type="checkbox"/>
2.1	Gamagrafia em câmara	<input type="checkbox"/>	5	Equip. portátil para controlo (espessura, humidade)	<input type="checkbox"/>
2.2	Gamagrafia em estaleiro	<input type="checkbox"/>	6	Assistência a equipamento produtor de radiação	<input type="checkbox"/>
			7	Outro (especifique)	<input type="checkbox"/>

 Ensino e Investigação

Cód.	Sector	<input type="checkbox"/>	Cód.	Sector	<input type="checkbox"/>
1	Ensino	<input type="checkbox"/>	3.1	Métodos analíticos - Estudo de materiais	<input type="checkbox"/>
2	Investigação médica	<input type="checkbox"/>	3.2	Conservação e restauro	<input type="checkbox"/>
			4	Outro (especifique)	<input type="checkbox"/>

2.2 Fontes radioactivas, equipamento de radiações existentes na instalação:

Fontes	
1. Seladas	<input type="checkbox"/>
2. Não seladas	<input type="checkbox"/>

Radiação γ	
3. ^{60}Co	<input type="checkbox"/>
4. ^{137}Cs	<input type="checkbox"/>
5. ^{192}Ir	<input type="checkbox"/>
6. ^{241}Am	<input type="checkbox"/>
7. ^{99}Tc	<input type="checkbox"/>
8. Outros	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>

Radiação X	
9. 0-40kV	<input type="checkbox"/>
10. 40-120kV	<input type="checkbox"/>
11. 120-400kV	<input type="checkbox"/>
12. > 400kV	<input type="checkbox"/>
13. Outros	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>

Radiação β	
14. ^{90}Y	<input type="checkbox"/>
15. ^3H	<input type="checkbox"/>
16. ^{14}C	<input type="checkbox"/>
17. ^{32}P	<input type="checkbox"/>
18. Outros	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>

3. Tipo de Controlo

- 3.1 Tipo de dosímetro:** Corpo inteiro Extremidades Ambos
- 3.2 Radiação externa:** Radiação X- γ Neutrões Outras
- 3.3 Período de controlo:** Mensal Trimestral Outro _____

4. Informação relativa aos trabalhadores profissionalmente expostos da instalação:

Nº B. I.	Nº Contribuinte	Nome Completo	Sexo	Data Nascimento	Funções	Práticas	Categoria A/B
					<i>ver código apropriado</i>	<i>ver código apropriado</i>	

Lista de Códigos:**■ Aplicações Médicas das Radiações**

Cód.	Funções	Cód.	Prática
MED	Médico(a)	1.1	Radiologia Convencional
ENF	Enfermeiro(a)	1.2	Angiografia
FIS	Físico(a)	1.3	Intervenção
EFIS	Eng.(a) Físico(a)	1.4	TAC
BIOL	Biólogo(a)	1.5	Mamografia
FARM	Farmacêutico(a)	1.6	Pediátrica
TEC AN	Téc. Análises	1.7	Dentária convencional
TEC RD	Téc. Radiologia	1.8	Dentária panorâmica
TEC RT	Téc. Radioterapia	2.1	Braquiterapia Convencional
TEC MN	Téc. Medicina Nuclear	2.2	After-loading
ADM	Administrativo(a)	3.1	Radioterapia ⁶⁰ Co
AUX	Auxiliar	3.2	Acelerador
	Outro (especifique)	4.1	Med Nuclear Terapia
		4.2	Diagnóstico
		5.1	Física / Engenharia Hospitalar
		5.2	Protecção Radiológica
		6.1	Radiologia em Medicina veterinária
		7.1	Outros (especifique)

■ Aplicações Industriais das Radiações

Cód.	Funções	Cód.	Prática
ENG	Engenheiro(a)	1.1	Radiografia Industrial em câmara
FIS	Físico(a)	1.2	em estaleiro
TEC OP	Téc.-Operador(a) Radiologia	2.1	Gamagrafia Industrial em câmara
ADM	Administrativo(a)	2.2	em estaleiro
	Outro (especifique)	3.1	Controlo de processos industriais
		3.2	Controlo laboratorial
		3.3	Equipamento portátil para controlo
		4.1	Assist. a equipamento Raios-X médico
		4.2	TAC
		4.3	Aceleradores
		4.4	Med. Nuclear
		4.5	Industrial
		4.6	Laboratorial
		4.7	Outro
		5.1	Protecção Radiológica
		6.1	Outros (especifique)

■ Ensino, Investigação

Cód.	Funções	Cód.	Prática
PROF	Professor(a)	1.1	Ensino
ENG	Engenheiro(a)	2.1	Inv. médica Diagnóstico <i>in-vitro</i>
FIS	Físico(a)	2.2	Outro (especifique)
BIOL	Biólogo(a)	3.1	Mét. analíticos Raios-X convencional
FARM	Farmacêutico(a)	3.2	Difracção, Fluorescência RX
BOL	Bolseiro(a)	3.3	Outro (especifique)
TEC AN	Téc. Análises		
TEC	Técnico(a)		
	Outro (especifique)		