



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 34/2010

Exposição Ocupacional em Portugal (2000 a 2006)

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 (2000 a 2006)
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	978-989-96542-2-8
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.

Os dados apresentados neste relatório são provenientes do Registo Central de Doses (RCD). Permitem caracterizar a exposição ocupacional em Portugal no período 2000 a 2006, constituindo a primeira análise estatística publicada desde a criação do RCD no ITN.

Agradecimentos

Os autores agradecem a todas as pessoas que colaboraram nos serviços de Dosimetria Individual do ITN, mantendo os arquivos em condições de poderem ser utilizados e os respectivos registos inseridos na base de dados que constitui hoje o Registo Central de Doses.

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
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 2006	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	15
4.1 Número total de trabalhadores	15
4.2 Distribuição por intervalos de dose efectiva anual	16
4.3 Dose efectiva média	18
4.4 Dose efectiva colectiva	19
4.5 Distribuição dos trabalhadores por sectores de actividade	20
4.6 Distribuição anual dos trabalhadores expostos por sectores de actividade e por intervalos de dose efectiva	23
4.6.1 Ano 2000	23
4.6.2 Ano 2001	24
4.6.3 Ano 2002	25
4.6.4 Ano 2003	27
4.6.5 Ano 2004	28
4.6.6 Ano 2005	29
4.6.7 Ano 2006	31
4.6.8 Apreciação das distribuições anuais 2000 a 2006	32
4.7 Dose efectiva média sectorial	33
4.8 Dose efectiva colectiva sectorial	34
5. Exposição ocupacional no sector da Indústria	37
5.1 Trabalhadores monitorizados	37
5.2 Intervalos de dose efectiva	38
5.3 Dose efectiva média e dose colectiva	40
5.4 Instalações no sector da Indústria	41
5.4.1 Radiografia industrial	42
5.4.2 Radiografia industrial em câmara	44
5.4.3 Radiografia industrial em estaleiro	45
5.4.4 Outras aplicações industriais	47
5.4.5 Irradiação industrial	49
5.4.6 Electromedicina	51

5.4.7	Transporte de material radioactivo	53
5.5	Panorama das actividades desenvolvidas no sector da Indústria	55
5.6	Dose efectiva média na Indústria	57
5.6.1	Trabalhadores monitorizados	57
5.6.2	Trabalhadores expostos	57
5.7	Contribuição para a dose efectiva colectiva	58
6.	Exposição ocupacional no sector da Investigação	59
6.1	Trabalhadores monitorizados	59
6.2	Intervalos de dose efectiva	60
6.3	Dose efectiva média e dose colectiva	61
6.4	Instalações no sector da Investigação	63
6.4.1	Investigação	64
6.4.2	Ensino superior	65
6.4.3	Investigação nuclear	67
6.5	Panorama das actividades desenvolvidas no sector da Investigação	69
6.6	Dose efectiva média na Investigação	70
6.6.1	Trabalhadores monitorizados	70
6.6.2	Trabalhadores expostos	70
6.7	Contribuição para a dose efectiva colectiva	71
7.	Exposição ocupacional no sector da Medicina	73
7.1	Trabalhadores monitorizados	73
7.2	Intervalos de dose efectiva	74
7.3	Dose efectiva média e dose colectiva	76
7.4	Instalações no sector da Medicina	77
7.4.1	Radiologia convencional	78
7.4.2	Radiologia de intervenção	80
7.4.3	Cardiologia	82
7.4.4	Radiologia cirúrgica	84
7.4.5	Radiologia e terapia hospitalares	86
7.4.6	Radioterapia	88
7.4.7	Medicina nuclear	90
7.4.8	Medicina dentária	92
7.4.9	Medicina veterinária	94
7.4.10	Outras actividades médicas	96
7.5	Panorama das actividades desenvolvidas no sector da Medicina	98
7.6	Dose efectiva média na Medicina	100
7.6.1	Trabalhadores monitorizados	100
7.6.2	Trabalhadores expostos	101
7.7	Contribuição para a dose efectiva colectiva	102
8.	Exposição ocupacional no sector das Minas	103
8.1	Trabalhadores monitorizados	103
8.2	Intervalos de dose efectiva	104
8.3	Dose efectiva média e dose colectiva	105
8.4	Instalações no sector das Minas	107
8.4.1	Minas de Urânio	108
8.4.2	Minas não uraníferas	109
8.5	Panorama das actividades desenvolvidas no sector das Minas	111
8.6	Dose efectiva média no sector das Minas	111
8.6.1	Trabalhadores monitorizados	111
8.6.2	Trabalhadores expostos	111

8.7	Contribuição para a dose efectiva colectiva	111
9.	Conclusões	113
9.1	Total da exposição ocupacional (Capítulo 4)	113
9.2	Exposição ocupacional na Indústria (Capítulo 5)	114
9.3	Exposição ocupacional na Investigação (Capítulo 6)	116
9.4	Exposição ocupacional na Medicina (Capítulo 7)	118
9.5	Exposição ocupacional nas Minas (Capítulo 8)	121
9.6	Conclusão final	122
	Bibliografia	123
	Anexo. Questionário do Registo Central de Doses	125

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 período 2000 a 2006, constituindo a primeira análise estatística publicada desde a criação do RCD no ITN.

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.º 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, de 2000 a 2006, esteve ainda em vigor o DR n.º 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.

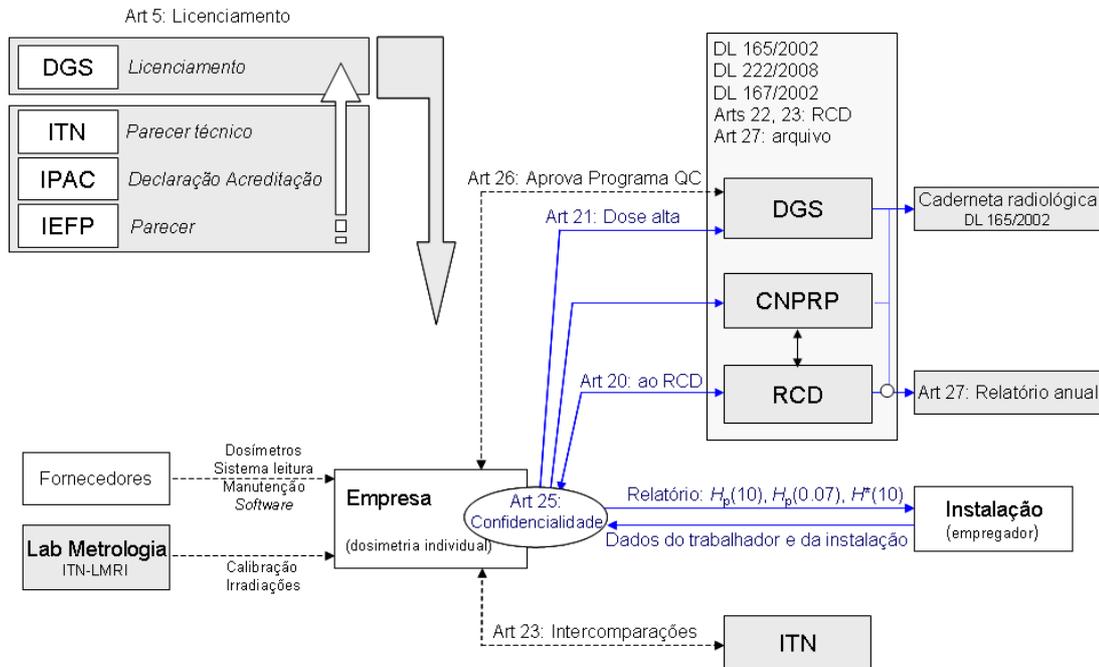


Figura 1.1 – Principais aspectos do DL 167/2002⁽²⁾ relativos à interação entre a empresa prestadora de serviços de dosimetria individual, as autoridades competentes, bem como os outros intervenientes. Processo de transferência de dados (a azul) relativos à instalação, dados pessoais do trabalhador, incluindo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

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, 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 no período 2000 a 2006, 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 MIN (Minas, 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 do 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⁽²⁶⁾). 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 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.

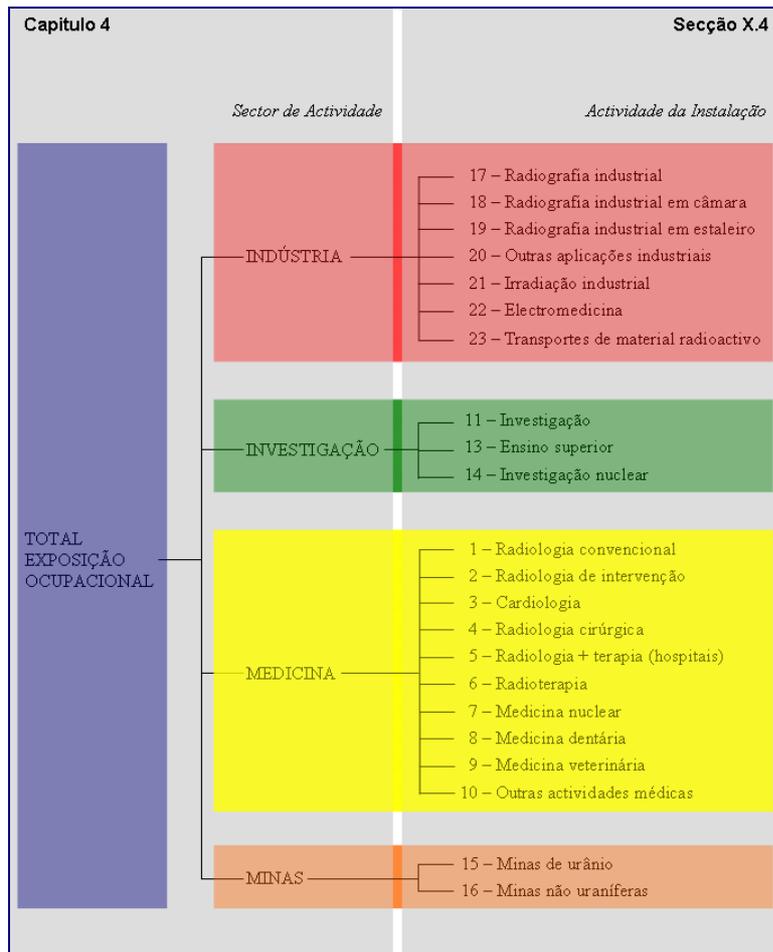


Figura 2.1 – Esquema da organização do relatório.

3 Exposição ocupacional no período 2000-2006

Neste Capítulo apresenta-se informação de carácter geral relativamente ao controlo dosimétrico, realizado pelo ITN e pela globalidade das empresas externas, metodologias e frequências de controlo no período 2000 a 2006.

3.1 Universo dos trabalhadores monitorizados

Como foi referido no Capítulo 1, 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 deixa de deter o universo dos trabalhadores monitorizados. O número de empresas externas tem aumentado desde 1997, operando cinco empresas em 2006, e seis em 2010. Na Tabela 3.1 e na Figura 3.1 apresentam-se as percentagens de trabalhadores monitorizados pelo ITN e pelas outras empresas.

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
ITN	93,5	92,1	90,3	87,1	51,6	27,1	23,3
Empresas externas	6,5	7,9	9,7	12,9	48,4	72,9	76,7

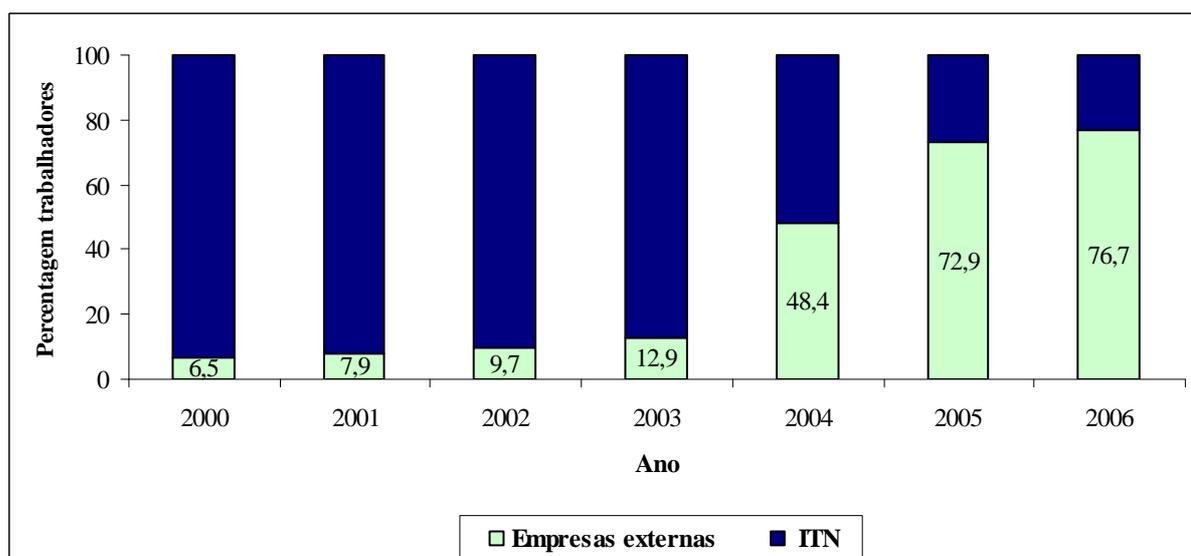


Figura 3.1 – Comparação da percentagem de trabalhadores controlados pelo ITN e pelas restantes empresas.

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 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 2000-2006.

Metodologia de controlo	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Película	31,0	30,2	26,8	26,4	6,9	0	0
TLD	69,0	69,8	73,2	73,6	93,1	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 2006 cerca de 45% dos trabalhadores tiveram controlo mensal, 4% bimestral e 53% trimestral. Em princípio, a escolha do período de controlo deve corresponder à classificação dos trabalhadores expostos como pertencentes à Categoria A ou B. No entanto, o RCD apenas dispõe desta informação para 10% dos trabalhadores pelo que, de momento, não é possível tirar conclusões. Verifica-se que o período de controlo bimestral ocorre apenas nos sectores da Indústria e da Medicina.

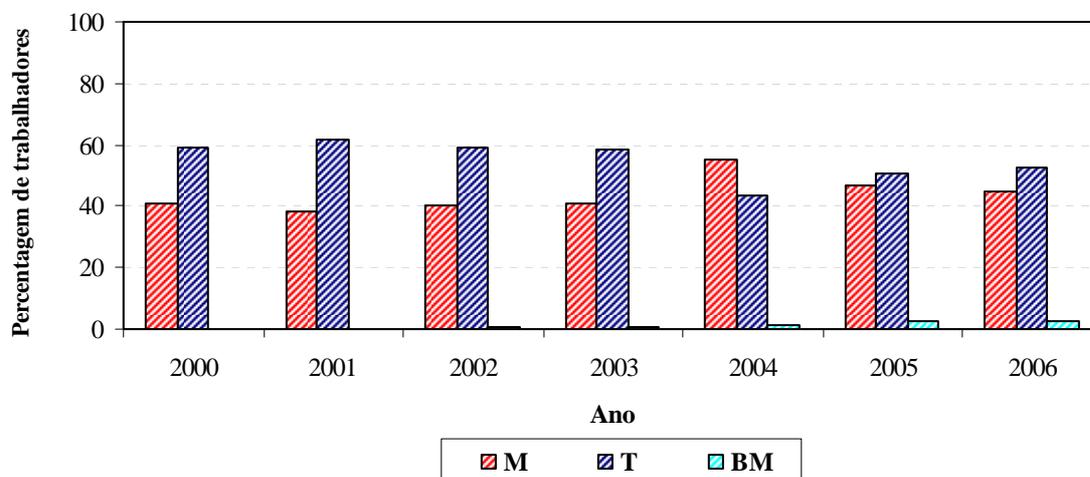


Figura 3.2 – Percentagem de trabalhadores monitorizados no período 2000-2006, relativamente à periodicidade do controlo (M: mensal, BM: bimestral e T: trimestral).

Por último e relativamente ao sector das Minas, observa-se que a quase totalidade dos trabalhadores foram controlados mensalmente. A predominância do controlo trimestral ocorre a partir do encerramento da actividade associada à exploração de Urânio.

4 Total da exposição ocupacional

4.1 Número total de trabalhadores

O número total de instalações controladas, de trabalhadores monitorizados e expostos, assim como as percentagens dos trabalhadores expostos no período de 2000-2006, encontram-se representados na Tabela 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, 5 mSv.a⁻¹ de acordo com o DR 9/1990, e 1 mSv.a⁻¹ de acordo com o DL 222/2008 (ver Capítulo 2).

Tabela 4.1 – Número total de instalações controladas e de trabalhadores monitorizados e expostos e respectivas percentagens de trabalhadores expostos em todos os sectores de actividade, no período 2000-2006.

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Instalações		913	978	1.055	1.095	1.190	1.063	1.162
Trabalhadores	Monitorizados	8.468	9.216	9.782	10.151	11.392	11.401	12.348
	Expostos	2.567	2.113	2.241	2.663	3.818	4.719	4.305
	Expostos (%)	30,3	22,9	22,9	26,2	33,5	41,4	34,9

O número total de instalações controladas e de trabalhadores monitorizados aumentou continuamente ao longo dos anos, à excepção de 2005 onde se observou um ligeiro decréscimo do número de instalações (Figura 4.).

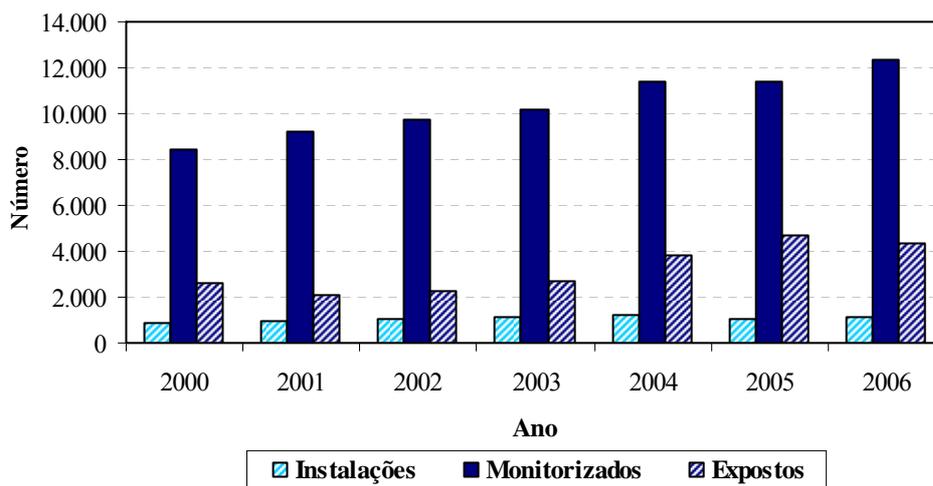


Figura 4.1 – Número de instalações e de trabalhadores monitorizados e expostos, no período 2000-2006.

No caso dos trabalhadores expostos verificou-se, igualmente, um aumento ao longo dos anos à excepção de 2001 e 2002. Nos anos subsequentes, o aumento foi mais significativo em 2005. Relativamente à percentagem de trabalhadores expostos (Tabela 4.1 e Figura 4.1),

observou-se um decréscimo nas percentagens de trabalhadores expostos em 2001 comparativamente a 2000, respectivamente de 30% para 23% mantendo-se os valores estáveis em 2002. Nos anos 2003 a 2005 verificou-se um novo aumento, nomeadamente em 2005, onde a percentagem de trabalhadores expostos atingiu os 41,4% voltando a diminuir para um valor de 34,9% em 2006.

4.2 Distribuição por intervalos de dose efectiva anual

A distribuição do número total de trabalhadores monitorizados no período 2000 a 2006 organizada por intervalos de dose efectiva anual (em mSv), está apresentada na Tabela 4.2 e na Figura 4.2. Na mesma tabela apresentam-se também esses números expressos em percentagens nos mesmos intervalos de dose efectiva anual. Consideram-se onze intervalos de dose efectiva 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 4.2 – Distribuição do número total de trabalhadores monitorizados por intervalos de dose efectiva anual expressos em mSv, no período 2000 a 2006 (em cima); respectivas percentagens nos mesmos intervalos de dose efectiva anual (em baixo).

Número trabalhadores monitorizados							
Intervalos de dose	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
$E \leq 0,1$	5.901	7.103	7.541	7.488	7.574	6.682	8.043
$0,1 < E \leq 0,2$	141	206	187	256	584	850	922
$0,2 < E \leq 0,5$	656	432	490	643	1.086	1.539	1.338
$0,5 < E \leq 1$	681	439	516	592	900	1070	954
$1 < E \leq 2$	416	412	409	490	615	647	576
$2 < E \leq 6$	459	417	428	476	454	467	388
$6 < E \leq 10$	92	117	102	104	85	90	64
$10 < E \leq 15$	50	46	61	48	49	32	36
$15 < E \leq 20$	28	21	22	32	28	12	9
$20 < E \leq 50$	42	19	23	22	14	10	17
$E \geq 50$	2	4	3	0	3	2	1

Percentagem trabalhadores monitorizados							
Intervalos de dose	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
$E \leq 0,1$	69,7	77,1	77,1	73,8	66,5	58,6	65,1
$0,1 < E \leq 0,2$	5,5	9,7	8,3	9,6	15,3	18,0	21,4
$0,2 < E \leq 0,5$	25,6	20,4	21,9	24,1	28,4	32,6	31,1
$0,5 < E \leq 1$	26,5	20,8	23,0	22,2	23,6	22,7	22,2
$1 < E \leq 2$	16,2	19,5	18,3	18,4	16,1	13,7	13,4
$2 < E \leq 6$	17,9	19,7	19,1	17,9	11,9	9,9	9,0
$6 < E \leq 10$	3,6	5,5	4,6	3,9	2,2	1,9	1,5
$10 < E \leq 15$	1,9	2,2	2,7	1,8	1,3	0,7	0,8
$15 < E \leq 20$	1,1	1,0	1,0	1,2	0,7	0,3	0,2
$20 < E \leq 50$	1,6	0,9	1,0	0,8	0,4	0,2	0,4
$E \geq 50$	0,1	0,2	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0

De acordo com a Tabela 4.2 e a Figura 4.2, e excluindo o primeiro intervalo (dose efectiva anual inferior a 0,1 mSv) observa-se que a quase totalidade recebeu valores de dose efectiva compreendidos entre 0,1 e 6 mSv, dos quais a maioria recebeu valores de dose compreendidos entre 0,2 e 1 mSv. Observa-se também de 2000 a 2006 uma tendência de aumento do número de trabalhadores nos intervalos de dose mais baixos, e conseqüentemente uma diminuição nos intervalos de dose efectiva anual mais elevados.

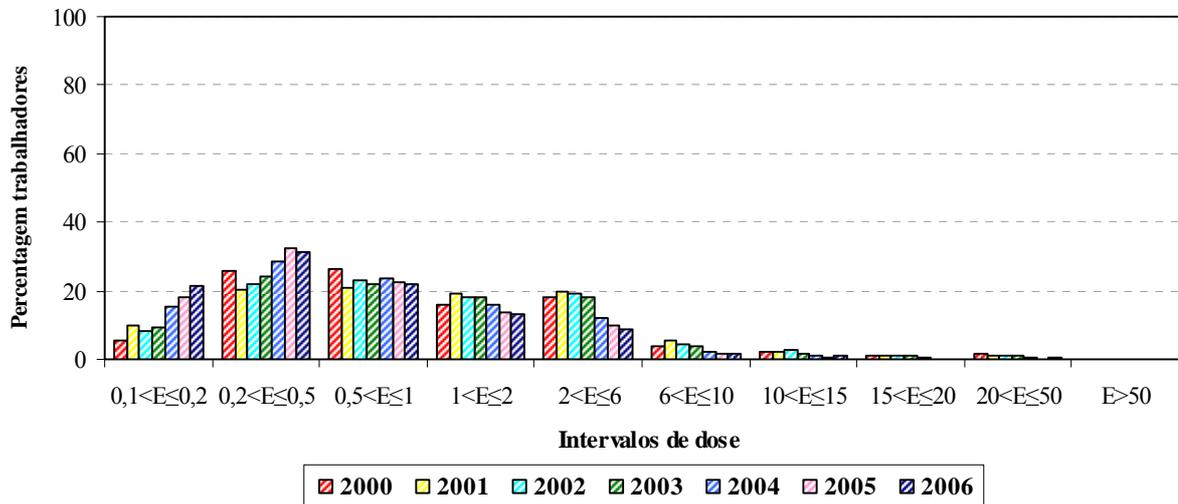


Figura 4.2 – Percentagem do número total de trabalhadores expostos por intervalos de dose efectiva, no período 2000-2006 (Tabela 4.2).

Tabela 4.3 – Distribuição do número total de trabalhadores expostos agrupados em seis intervalos de dose efectiva anual expresso em mSv no período 2000 a 2006 (em cima); respectivas percentagens nos mesmos intervalos de dose efectiva anual (em baixo).

Número trabalhadores expostos							
Intervalos de dose	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0,1<E≤1	1.478	1.077	1.193	1.491	2.570	3.459	3.214
1<E≤6	875	829	837	966	1.069	1.114	964
6<E≤15	142	163	163	152	134	122	100
15<E≤20	28	21	22	32	28	12	9
20<E≤50	42	19	23	22	14	10	17
E≥50	2	4	3	0	3	2	1

Percentagem trabalhadores expostos							
Intervalos de dose	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0,1<E≤1	57,6	51,0	53,2	56,0	67,3	73,3	74,7
1<E≤6	34,1	39,2	37,3	36,3	28,0	23,6	22,4
6<E≤15	5,5	7,7	7,3	5,7	3,5	2,6	2,3
15<E≤20	1,1	1,0	1,0	1,2	0,7	0,3	0,2
20<E≤50	1,6	0,9	1,0	0,0	0,4	0,2	0,4
E≥50	0,1	0,2	0,1	0,8	0,1	0,0	0,0

Na Tabela 4.3 e Figura 4.3 apresenta-se a distribuição do número total de trabalhadores expostos agrupados em seis intervalos de dose efectiva: 0,1<E≤1; 1<E≤6; 6<E≤15; 15<E≤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 anterior legislação), 20 mSv.a^{-1} (limite anual nalguns países) e 50 mSv.a^{-1} (limite anual em vigor até à publicação do DL 222/2008). Tal como há pouco observa-se que o maior número de trabalhadores recebeu uma dose efectiva anual nos primeiros dois intervalos, até 1 mSv e de 1 a 6 mSv , com a tendência há pouco mencionada, ou seja, de 2000 a 2006 o número de trabalhadores aumenta no primeiro intervalo, acompanhado do decréscimo no segundo. Da análise das Tabelas 4.2 e 4.3 observa-se também que o número de trabalhadores com dose efectiva anual superior a 20 mSv mostra uma tendência decrescente (de 44 em 2000 para 18 em 2006), enquanto que no intervalo de dose efectiva superior a 50 mSv variou entre 0 e 4 pessoas, sem tendência aparente.

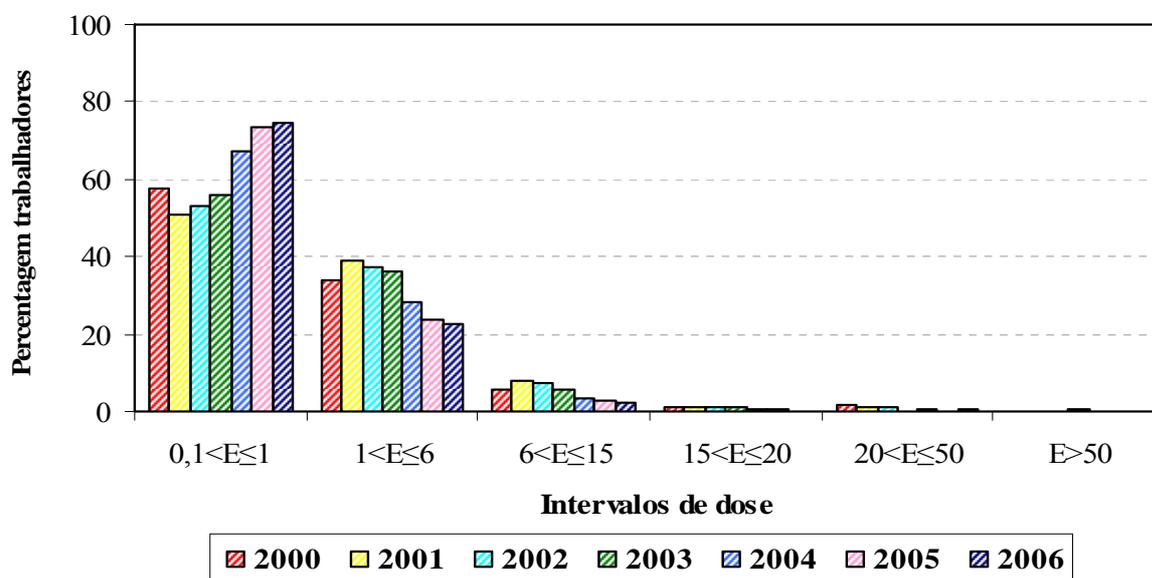


Figura 4.3 – Percentagem de todos os trabalhadores expostos agrupados em seis intervalos de dose efectiva, no período 2000 a 2006.

4.3 Dose efectiva média

Na Tabela 4.4 e na Figura 4.4 apresentam-se os valores da dose efectiva média anual para o período de 2000 a 2006, considerando todos os trabalhadores monitorizados e todos os trabalhadores expostos neste período.

Tabela 4.4 – Dose efectiva média (mSv) considerando todos os trabalhadores monitorizados e expostos, no período de 2000 a 2006.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	0,7	0,6	0,5	0,6	0,5	0,5	0,4
Expostos	2,4	2,4	2,3	2,1	1,6	1,2	1,2

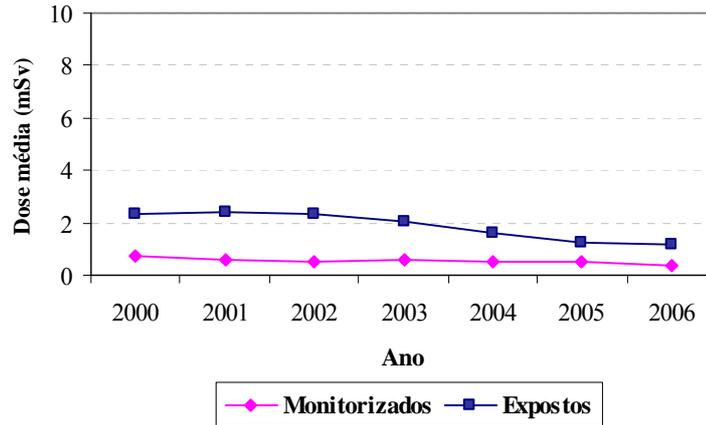


Figura 4.4 – Dose efectiva média de todos os trabalhadores monitorizados e expostos, no período de 2000 a 2006.

Observa-se que no período 2000 a 2006 a dose efectiva média anual relativa a todos os trabalhadores monitorizados manteve um comportamento estável com uma aparente tendência para diminuir de 0,7 mSv em 2000 para 0,4 mSv em 2006. Relativamente ao conjunto dos trabalhadores expostos, a dose efectiva média anual parece diminuir de 2,4 mSv (2000) para 1,2 mSv (2006), provavelmente devido à tendência já anteriormente referida.

4.4 Dose efectiva colectiva

Na Tabela 4.5 e na Figura 4.5 apresentam-se os valores da dose efectiva colectiva anual para o período de 2000 a 2006, considerando todos os trabalhadores monitorizados. Neste período, observa-se um comportamento estável da dose efectiva colectiva, com valores compreendidos entre 6,0 e 5,1 man.Sv.

Tabela 4.5 – Dose efectiva colectiva média (man.Sv) considerando todos os trabalhadores monitorizados, no período de 2000 a 2006.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Dose efectiva colectiva	6,0	5,1	5,2	5,5	6,0	5,8	5,1

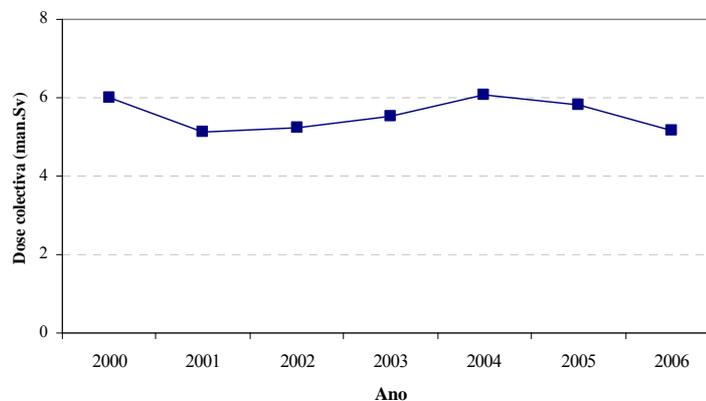


Figura 4.5 – Dose efectiva colectiva anual (man.Sv) no período 2000 a 2006.

4.5 Distribuição dos trabalhadores por sectores de actividade

Em Portugal, os trabalhadores monitorizados distribuem-se por quatro sectores de actividade, designadamente, Indústria (IND), Investigação (INV), Medicina (MED) e Minas (MIN). Neste estudo realizou-se a análise tendo em conta os sectores de actividade acima mencionados. Os trabalhadores monitorizados do Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN) foram considerados no sector da Investigação.

Na Tabela 4.6 apresentam-se os números de trabalhadores monitorizados no período 2000 a 2006 organizados por sectores de actividade, bem como os mesmos números expressos em percentagem. Estes mesmos números estão representados graficamente nas Figuras 4.6 relativas aos números totais por sector (Figura 4.6.a) e em percentagem também por sector (Figura 4.6.b). Atribuiu-se a cada sector um código de cor: Indústria (IND) a vermelho, Investigação (INV) a verde, Medicina (MED) a amarelo e Minas (MIN) a laranja. Estes códigos serão respeitados na apresentação de resultados que se seguem, incluindo nos capítulos seguintes.

Tabela 4.6 – Número total de trabalhadores monitorizados agrupados por sector de actividade, no período 2000 a 2006 (em cima); respectivas percentagens (em baixo).

Número trabalhadores monitorizados							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
IND	1.134	1.197	1.256	1.280	1.437	1.389	1.554
INV	555	543	565	582	591	363	411
MED	6.684	7.378	7.878	8.246	9.330	9.624	10.351
MIN	95	98	83	43	34	25	32
Total	8.468	9.216	9.782	10.151	11.392	11.401	12.348

Percentagem trabalhadores monitorizados							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
IND	13,4	13,0	12,8	12,6	12,6	12,2	12,6
INV	6,6	5,9	5,8	5,7	5,2	3,2	3,3
MED	78,9	80,1	80,5	81,2	81,9	84,4	83,8
MIN	1,1	1,1	0,8	0,4	0,3	0,2	0,3

Observa-se que o número total de trabalhadores monitorizados tem aumentado continuamente de 2000 a 2006, com variações que correspondem a um aumento do número de trabalhadores monitorizados na Indústria e na Medicina, respectivamente, cerca de 37% e 55%, e que correspondem a uma diminuição na Investigação e no sector das Minas, respectivamente, cerca de -25% e -66%, de 2000 a 2006. A maior variação observa-se no sector das Minas, correspondendo ao encerramento da exploração das minas de Urânio.

No mesmo período, e em termos da percentagem do número de trabalhadores monitorizados nos vários sectores de actividade, observa-se que cerca de 13% pertencem ao sector industrial, 7 a 3% ao sector da investigação, 79 a 84% ao sector médico e cerca de 1 a 0,2% ao sector das minas.

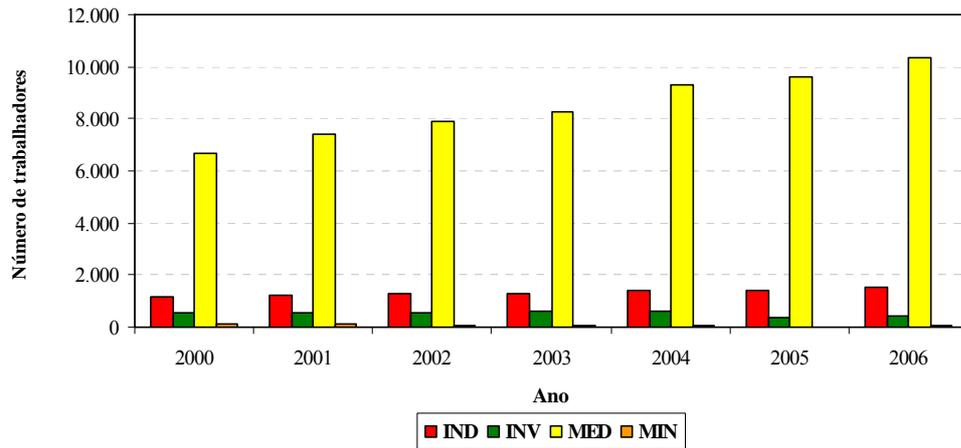


Figura 4.6.a – Número total de trabalhadores monitorizados agrupados por sector de actividade, no período 2000 a 2006.

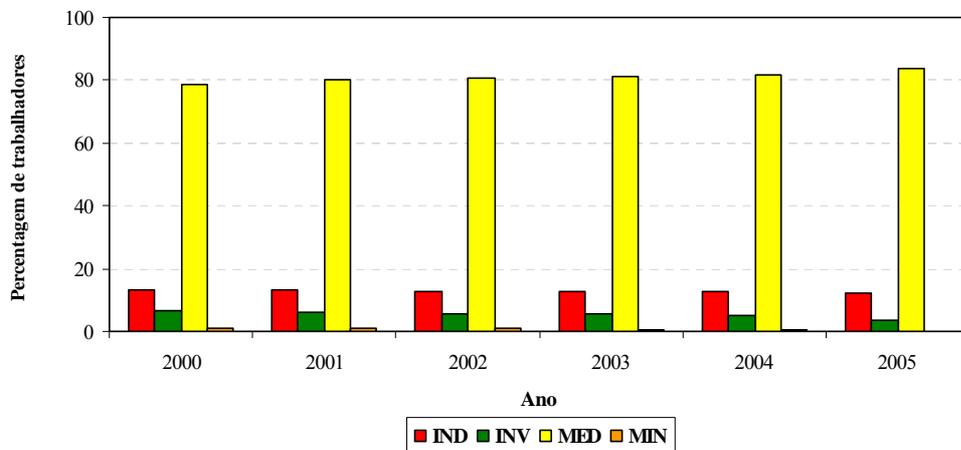


Figura 4.6.b – Percentagem dos trabalhadores monitorizados agrupados por sector de actividade, no período 2000 a 2006.

Na Tabela 4.7 apresentam-se os números de trabalhadores expostos no período 2000 a 2006 organizados por sectores de actividade, bem como os mesmos números expressos em percentagem. Os mesmos números estão representados graficamente nas Figuras 4.7 relativas aos números totais (Figura 4.7.a) e em percentagem (Figura 4.7.b), por sector de actividade.

Tabela 4.7 – Número total de trabalhadores expostos agrupados por sector de actividade, no período 2000 a 2006 (em cima); respectivas percentagens (em baixo).

	Número trabalhadores expostos						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
IND	239	176	206	251	412	584	504
INV	34	9	33	42	62	81	82
MED	2.248	1.884	1.973	2.359	3.340	4.052	3.717
MIN	46	44	29	11	4	2	2
Total	2.567	2.113	2.241	2.663	3.818	4.719	4.305

Tabela 4.7 – (Continuação)

Percentagem trabalhadores expostos							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
IND	9,3	8,3	9,2	9,4	10,8	12,4	11,7
INV	1,3	0,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,9
MED	87,6	89,2	88,0	88,6	87,5	85,9	86,3
MIN	1,8	2,1	1,3	0,4	0,1	0,0	0,0

De uma maneira geral, observa-se que o número total de trabalhadores expostos tem também aumentado de 2000 a 2006, excepto no sector das minas devido à diminuição do número de trabalhadores neste sector. Em termos de percentagem, observa-se que o número de trabalhadores expostos neste período, variou entre 8 a 12% na Indústria, entre 0 e 2% na Investigação, entre 86 e 89% na Medicina e de 2 a 0% no sector das Minas.

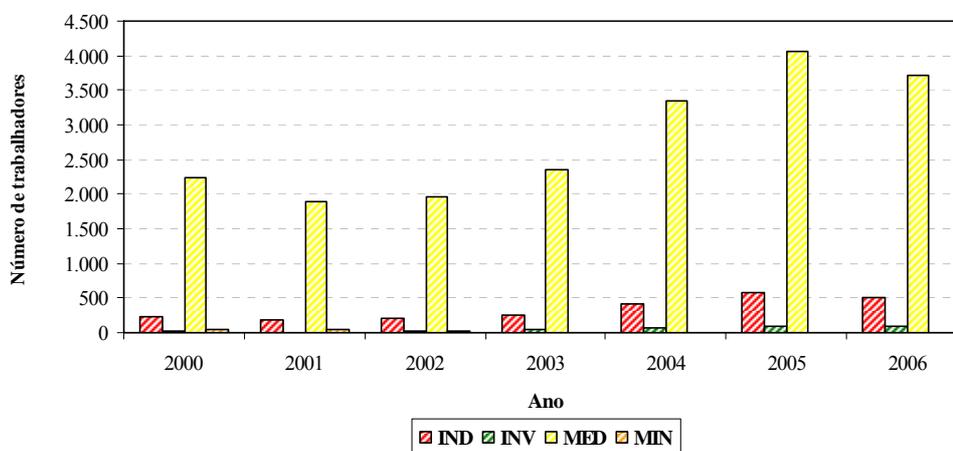


Figura 4.7.a – Número de trabalhadores expostos agrupados por sector de actividade, no período 2000 a 2006.

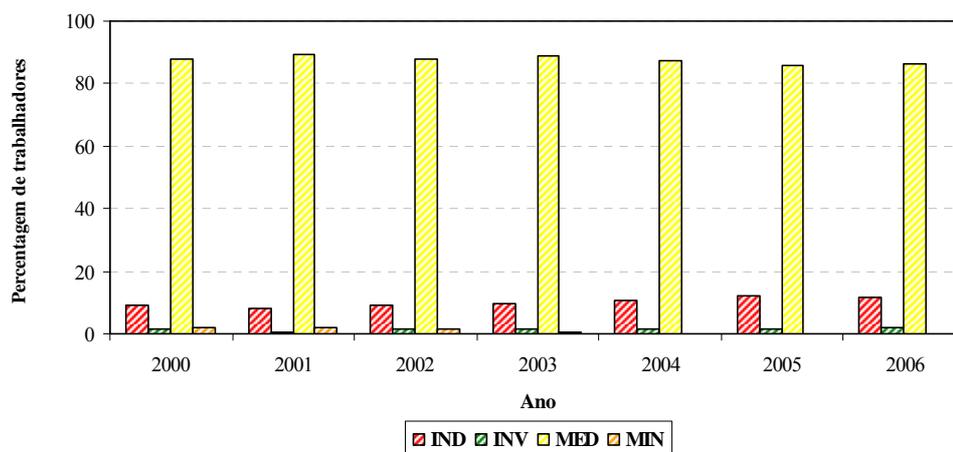


Figura 4.7.b – Percentagem de trabalhadores expostos agrupados por sector de actividade, no período 2000 a 2006.

4.6 Distribuição anual do número de trabalhadores expostos ($E > 0,1$ mSv) por sectores de actividade e por intervalos de dose efectiva

4.6.1 Ano 2000

Tabela 4.8 – Ano 2000: Distribuição do número de trabalhadores expostos (esquerda) e respectivas percentagens (direita), organizados por sector de actividade e por intervalos de dose efectiva.

	Número trabalhadores				Percentagem trabalhadores			
	IND	INV	MED	MIN	IND	INV	MED	MIN
$0,1 < E \leq 0,2$	12	2	127	12	5,0	5,9	5,6	0,0
$0,2 < E \leq 0,5$	51	11	594	51	21,3	32,4	26,4	0,0
$0,5 < E \leq 1$	57	16	604	57	23,8	47,1	26,9	8,7
$1 < E \leq 2$	44	4	363	44	18,4	11,8	16,1	10,9
$2 < E \leq 6$	50	1	381	50	20,9	2,9	16,9	58,7
$6 < E \leq 10$	5	0	78	5	2,1	0,0	3,5	19,6
$10 < E \leq 15$	13	0	36	13	5,4	0,0	1,6	2,2
$15 < E \leq 20$	2	0	26	2	0,8	0,0	1,2	0,0
$20 < E \leq 50$	5	0	37	5	2,1	0,0	1,6	0,0
$E \geq 50$	0	0	2	0	0,0	0,0	0,1	0,0

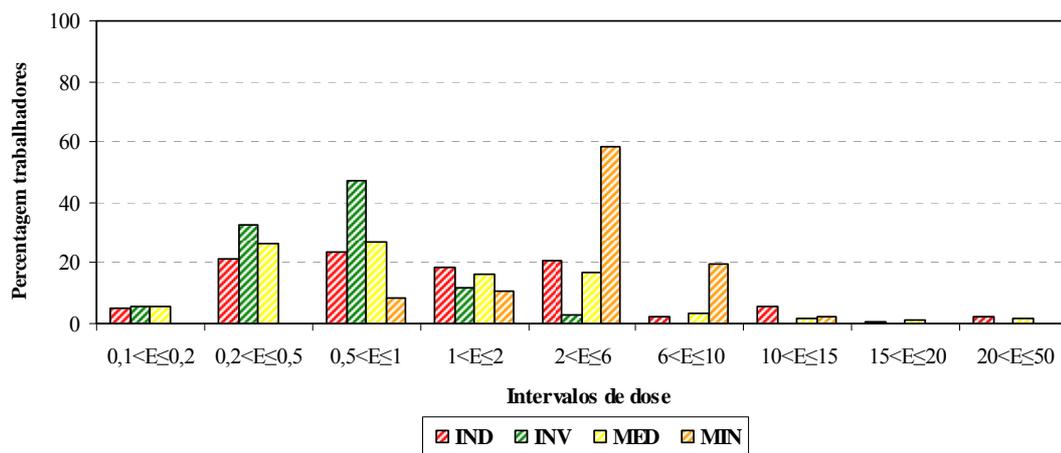


Figura 4.8 – Ano 2000. Percentagem de trabalhadores expostos da Tabela 4.8 (direita)

Tabela 4.9 – Ano 2000: Distribuição considerando seis intervalos de dose efectiva.

	Número trabalhadores				Percentagem trabalhadores			
	IND	INV	MED	MIN	IND	INV	MED	MIN
$0,1 < E \leq 1$	120	29	1.325	4	50,2	85,3	58,9	8,7
$1 < E \leq 6$	94	5	744	32	39,3	14,7	33,1	69,6
$6 < E \leq 15$	18	0	114	10	7,5	0,0	5,1	21,7
$15 < E \leq 20$	2	0	26	0	0,8	0,0	1,2	0,0
$20 < E \leq 50$	5	0	37	0	2,1	0,0	1,6	0,0
$E \geq 50$	0	0	2	0	0,0	0,0	0,1	0,0

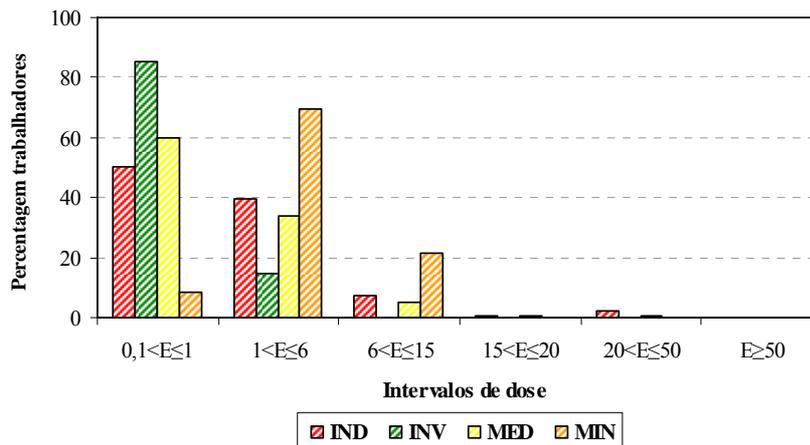


Figura 4.9 – Ano 2000. Percentagem de trabalhadores expostos da Tabela 4.9 (direita)

4.6.2 Ano 2001

Tabela 4.10 – Ano 2001: Distribuição do número de trabalhadores expostos (esquerda) e respectivas percentagens (direita), organizados por sector de actividade e por intervalos de dose efectiva anual.

	Número trabalhadores				Percentagem trabalhadores			
	IND	INV	MED	MIN	IND	INV	MED	MIN
0,1<E≤0,2	1	2	203	0	0,6	22,2	10,8	0,0
0,2<E≤0,5	31	4	394	3	17,6	44,4	20,9	6,8
0,5<E≤1	26	1	407	5	14,8	11,1	21,6	11,4
1<E≤2	39	2	363	8	22,2	22,2	19,3	18,2
2<E≤6	49	0	345	23	27,8	0,0	18,3	52,3
6<E≤10	17	0	96	4	9,7	0,0	5,1	9,1
10<E≤15	5	0	40	1	2,8	0,0	2,1	2,3
15<E≤20	4	0	17	0	2,3	0,0	0,9	0,0
20<E≤50	4	0	15	0	2,3	0,0	0,8	0,0
E≥50	0	0	4	0	0,0	0,0	0,2	0,0

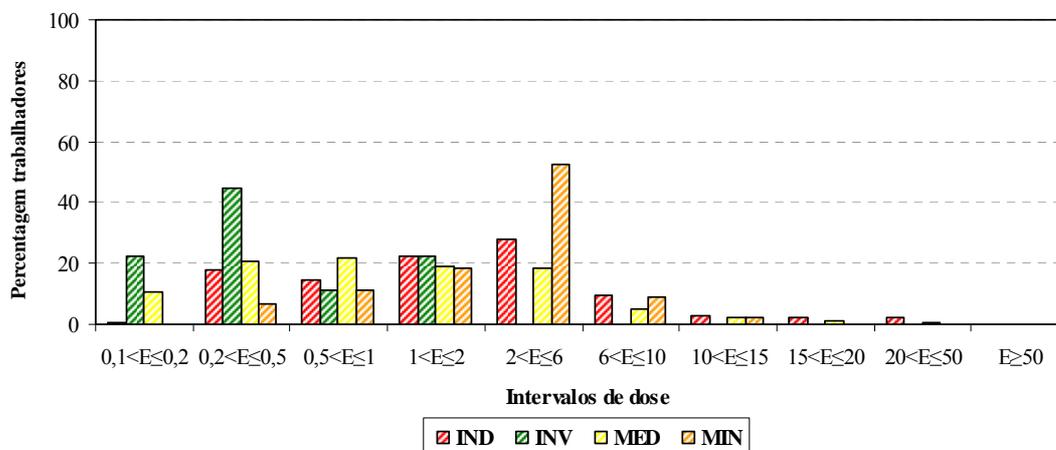


Figura 4.10 – Ano 2001. Percentagem de trabalhadores expostos da Tabela 4.10 (direita)

Tabela 4.11 – Ano 2001: Distribuição considerando seis intervalos de dose efectiva.

	Número trabalhadores				Percentagem trabalhadores			
	IND	INV	MED	MIN	IND	INV	MED	MIN
$0,1 < E \leq 1$	58	7	1.004	8	33,0	77,8	53,3	18,2
$1 < E \leq 6$	88	2	708	31	50,0	22,2	37,6	70,5
$6 < E \leq 15$	22	0	136	5	12,5	0,0	7,2	11,4
$15 < E \leq 20$	4	0	17	0	2,3	0,0	0,9	0,0
$20 < E \leq 50$	4	0	15	0	2,3	0,0	0,8	0,0
$E \geq 50$	0	0	4	0	0,0	0,0	0,2	0,0

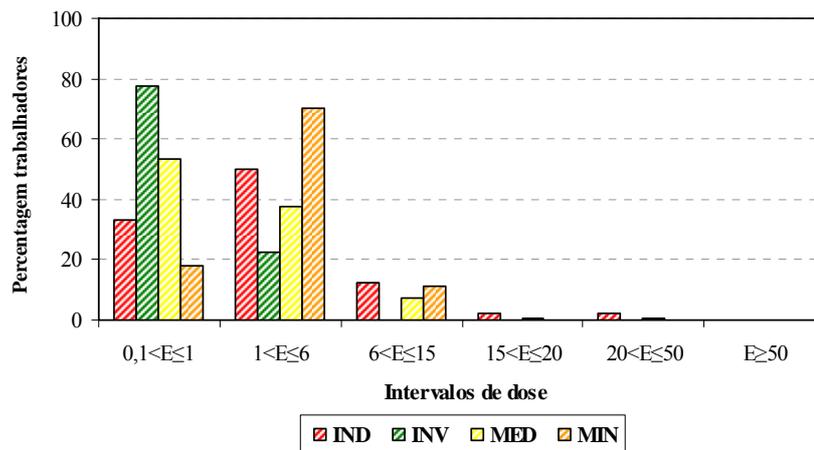


Figura 4.11 – Ano 2001. Percentagem de trabalhadores expostos da Tabela 4.11 (direita)

4.6.3 Ano 2002

Tabela 4.12 – Ano 2002: Distribuição do número de trabalhadores expostos (esquerda) e respectivas percentagens (direita), organizados por sector de actividade e por intervalos de dose efectiva anual.

	Número trabalhadores				Percentagem trabalhadores			
	IND	INV	MED	MIN	IND	INV	MED	MIN
$0,1 < E \leq 0,2$	6	3	178	0	2,9	9,1	9,0	0,0
$0,2 < E \leq 0,5$	25	9	456	0	12,1	27,3	23,1	0,0
$0,5 < E \leq 1$	55	16	442	3	26,7	48,5	22,4	10,3
$1 < E \leq 2$	38	4	360	7	18,4	12,1	18,2	24,1
$2 < E \leq 6$	57	0	357	14	27,7	0,0	18,1	48,3
$6 < E \leq 10$	9	0	91	2	4,4	0,0	4,6	6,9
$10 < E \leq 15$	9	0	51	1	4,4	0,0	2,6	3,4
$15 < E \leq 20$	4	0	18	0	1,9	0,0	0,9	0,0
$20 < E \leq 50$	3	0	18	2	1,5	0,0	0,9	6,9
$E \geq 50$	0	1	2	0	0,0	3,0	0,1	0,0

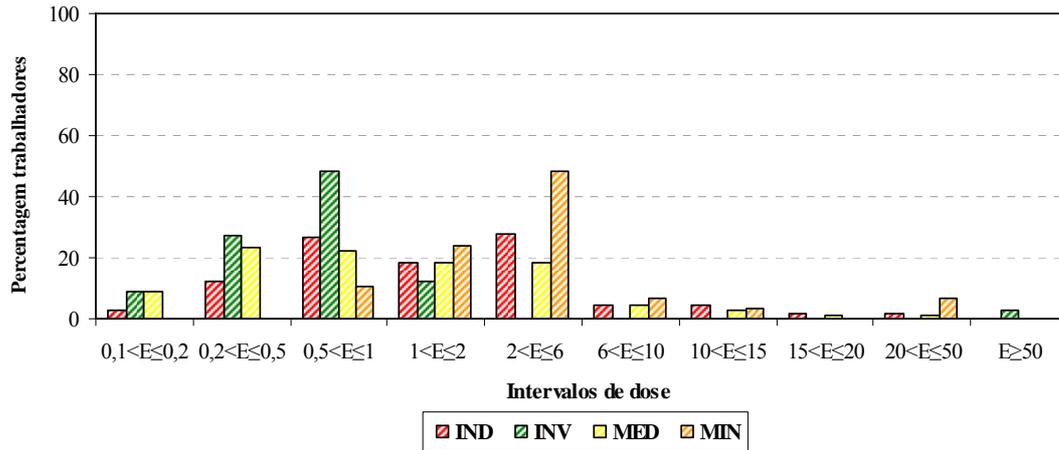


Figura 4.12 – Ano 2002. Percentagem de trabalhadores expostos da Tabela 4.12 (direita).

Tabela 4.13 – Ano 2002: Distribuição considerando seis intervalos de dose efectiva.

	Número trabalhadores				Percentagem trabalhadores			
	IND	INV	MED	MIN	IND	INV	MED	MIN
0,1<E≤1	86	28	1.076	3	41,7	84,8	54,5	10,3
1<E≤6	95	4	717	21	46,1	12,1	36,3	72,4
6<E≤15	18	0	142	3	8,7	0,0	7,2	10,3
15<E≤20	4	0	18	0	1,9	0,0	0,9	0,0
20<E≤50	3	0	18	2	1,5	0,0	0,9	6,9
E≥50	0	1	2	0	0,0	3,0	0,1	0,0

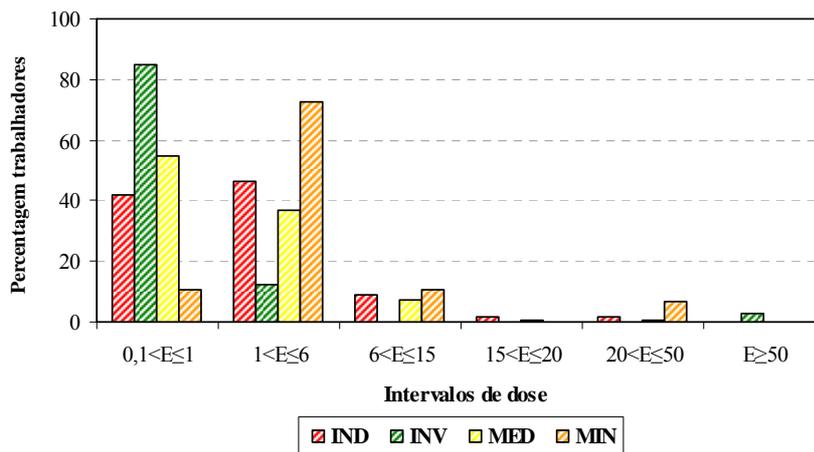


Figura 4.13 – Ano 2002. Percentagem de trabalhadores expostos da Tabela 4.13 (direita)

4.6.4 Ano 2003

Tabela 4.14 – Ano 2002: Distribuição do número de trabalhadores expostos (esquerda) e respectivas percentagens (direita), organizados por sector de actividade e por intervalos de dose efectiva anual.

	Número trabalhadores				Percentagem trabalhadores			
	IND	INV	MED	MIN	IND	INV	MED	MIN
0,1<E≤0,2	8	6	242	0	3,2	14,3	10,3	0,0
0,2<E≤0,5	38	24	580	1	15,1	57,1	24,6	9,1
0,5<E≤1	64	10	513	5	25,5	23,8	21,7	45,5
1<E≤2	52	2	433	3	20,7	4,8	18,4	27,3
2<E≤6	62	0	412	2	24,7	0,0	17,5	18,2
6<E≤10	16	0	88	0	6,4	0,0	3,7	0,0
10<E≤15	4	0	44	0	1,6	0,0	1,9	0,0
15<E≤20	1	0	31	0	0,4	0,0	1,3	0,0
20<E≤50	6	0	16	0	2,4	0,0	0,7	0,0
E≥50	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0

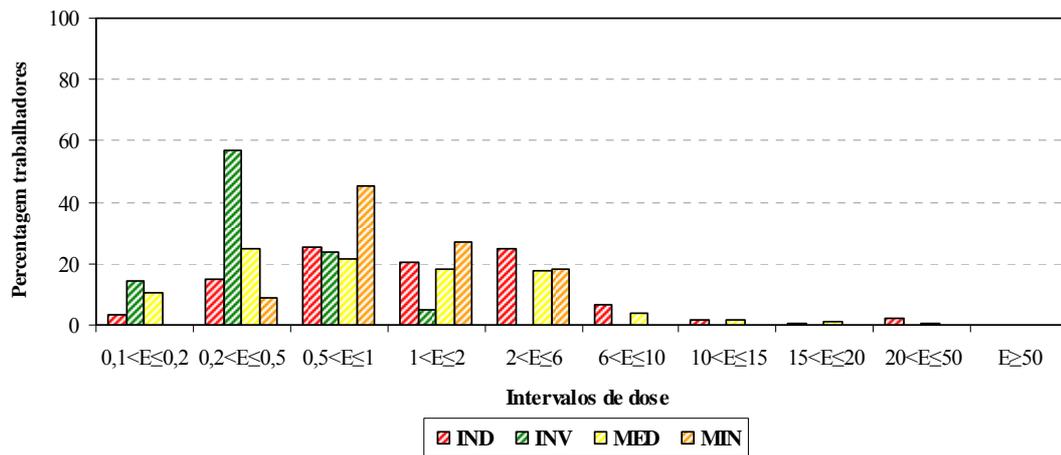


Figura 4.14 – Ano 2003. Percentagem de trabalhadores expostos da Tabela 4.14 (direita).

Tabela 4.15 – Ano 2003: Distribuição considerando seis intervalos de dose efectiva.

	Número trabalhadores				Percentagem trabalhadores			
	IND	INV	MED	MIN	IND	INV	MED	MIN
0,1<E≤1	110	40	1.335	6	43,8	95,2	56,6	54,5
1<E≤6	114	2	845	5	45,4	4,8	35,8	45,5
6<E≤15	20	0	132	0	8,0	0,0	5,6	0,0
15<E≤20	1	0	31	0	0,4	0,0	1,3	0,0
20<E≤50	6	0	16	0	2,4	0,0	0,7	0,0
E≥50	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0

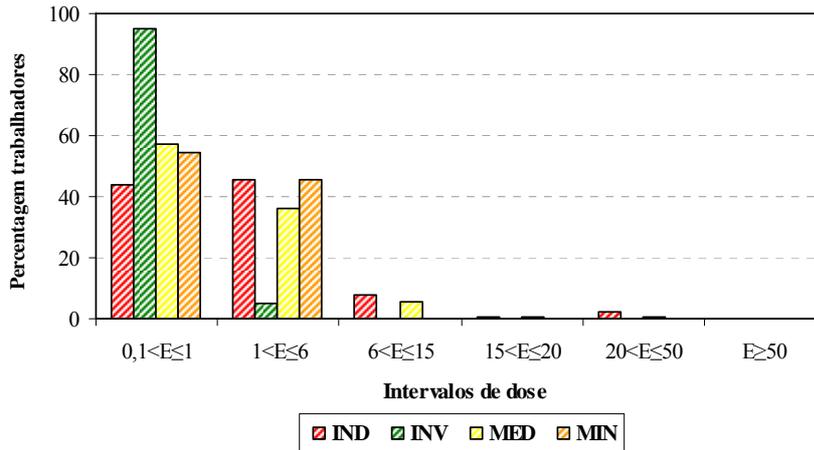


Figura 4.15 – Ano 2003. Percentagem de trabalhadores expostos da Tabela 4.15 (direita)

4.6.5 Ano 2004

Tabela 4.16 – Ano 2004: Distribuição do número de trabalhadores expostos (esquerda) e respectivas percentagens (direita), organizados por sector de actividade e por intervalos de dose efectiva anual.

	Número trabalhadores				Percentagem trabalhadores			
	IND	INV	MED	MIN	IND	INV	MED	MIN
0,1<E≤0,2	80	15	489	0	19,4	24,2	14,6	0,0
0,2<E≤0,5	104	20	961	1	25,2	32,3	28,8	25,0
0,5<E≤1	77	13	808	2	18,7	21,0	24,2	50,0
1<E≤2	53	14	548	0	12,9	22,6	16,4	0,0
2<E≤6	74	0	379	1	18,0	0,0	11,3	25,0
6<E≤10	12	0	73	0	2,9	0,0	2,2	0,0
10<E≤15	7	0	42	0	1,7	0,0	1,3	0,0
15<E≤20	2	0	26	0	0,5	0,0	0,8	0,0
20<E≤50	3	0	11	0	0,7	0,0	0,3	0,0
E≥50	0	0	3	0	0,0	0,0	0,1	0,0

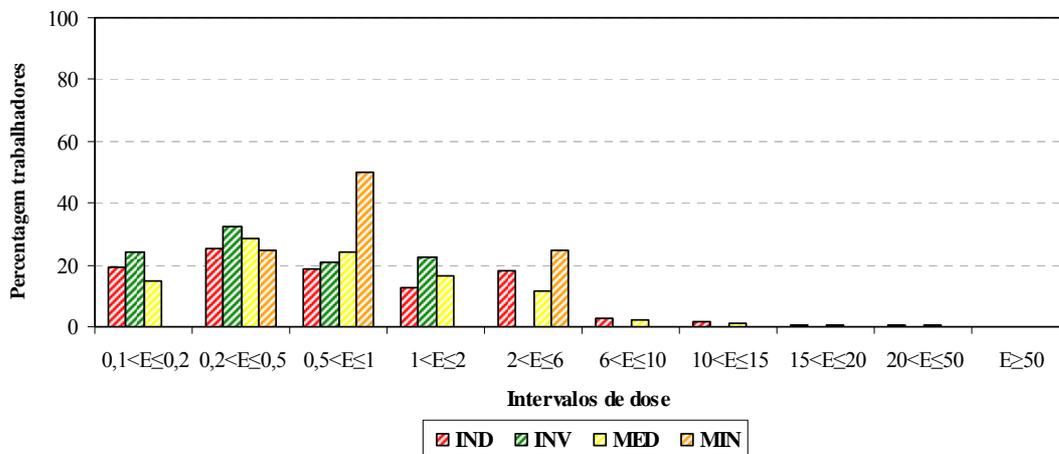


Figura 4.16 – Ano 2004. Percentagem de trabalhadores expostos da Tabela 4.16 (direita).

Tabela 4.17 – Ano 2004: Distribuição considerando seis intervalos de dose efectiva.

	Número trabalhadores				Percentagem trabalhadores			
	IND	INV	MED	MIN	IND	INV	MED	MIN
$0,1 < E \leq 1$	261	48	2.258	3	63,3	77,4	67,6	75,0
$1 < E \leq 6$	127	14	927	1	30,8	22,6	27,8	25,0
$6 < E \leq 15$	19	0	115	0	4,6	0,0	3,4	0,0
$15 < E \leq 20$	2	0	26	0	0,5	0,0	0,8	0,0
$20 < E \leq 50$	3	0	11	0	0,7	0,0	0,3	0,0
$E \geq 50$	0	0	3	0	0,0	0,0	0,1	0,0

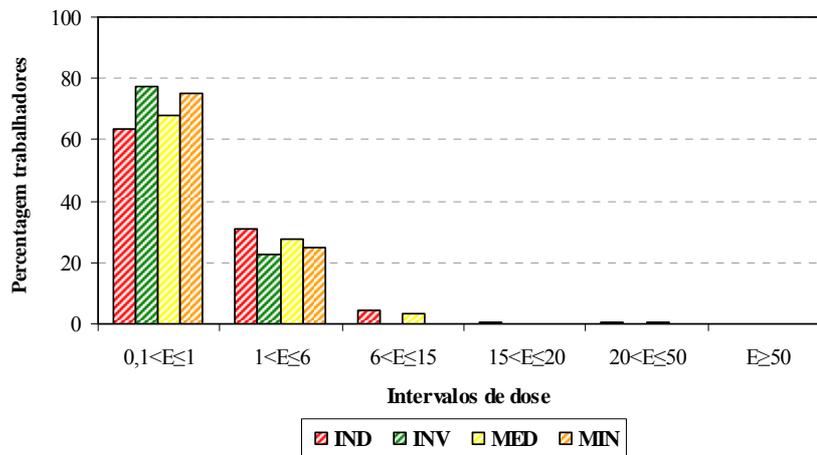


Figura 4.17 – Ano 2004. Percentagem de trabalhadores expostos da Tabela 4.17 (direita).

4.6.6 Ano 2005

Tabela 4.28 – Ano 2005: Distribuição do número de trabalhadores expostos (esquerda) e respectivas percentagens (direita), organizados por sector de actividade e por intervalos de dose efectiva anual.

	Número trabalhadores				Percentagem trabalhadores			
	IND	INV	MED	MIN	IND	INV	MED	MIN
$0,1 < E \leq 0,2$	92	26	730	2	15,8	32,1	18,0	100,0
$0,2 < E \leq 0,5$	177	41	1.321	0	30,3	50,6	32,6	0,0
$0,5 < E \leq 1$	122	10	938	0	20,9	12,3	23,1	0,0
$1 < E \leq 2$	84	3	560	0	14,4	3,7	13,8	0,0
$2 < E \leq 6$	86	1	380	0	14,7	1,2	9,4	0,0
$6 < E \leq 10$	15	0	75	0	2,6	0,0	1,9	0,0
$10 < E \leq 15$	4	0	28	0	0,7	0,0	0,7	0,0
$15 < E \leq 20$	2	0	10	0	0,3	0,0	0,2	0,0
$20 < E \leq 50$	1	0	9	0	0,2	0,0	0,2	0,0
$E \geq 50$	1	0	1	0	0,2	0,0	0,0	0,0

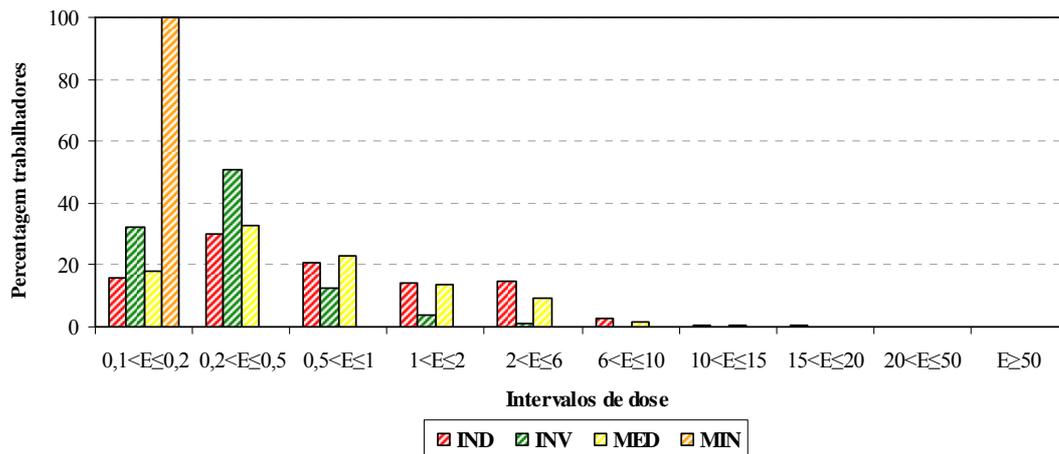


Figura 4.18 – Ano 2005. Percentagem de trabalhadores expostos da Tabela 4.18 (direita).

Tabela 4.19 – Ano 2005: Distribuição considerando seis intervalos de dose efectiva.

	Número trabalhadores				Percentagem trabalhadores			
	IND	INV	MED	MIN	IND	INV	MED	MIN
0,1<E≤1	391	77	2.989	2	67,0	95,1	73,8	100,0
1<E≤6	170	4	940	0	29,1	4,9	23,2	0,0
6<E≤15	19	0	103	0	3,3	0,0	2,5	0,0
15<E≤20	2	0	10	0	0,3	0,0	0,2	0,0
20<E≤50	1	0	9	0	0,2	0,0	0,2	0,0
E≥50	1	0	1	0	0,2	0,0	0,0	0,0

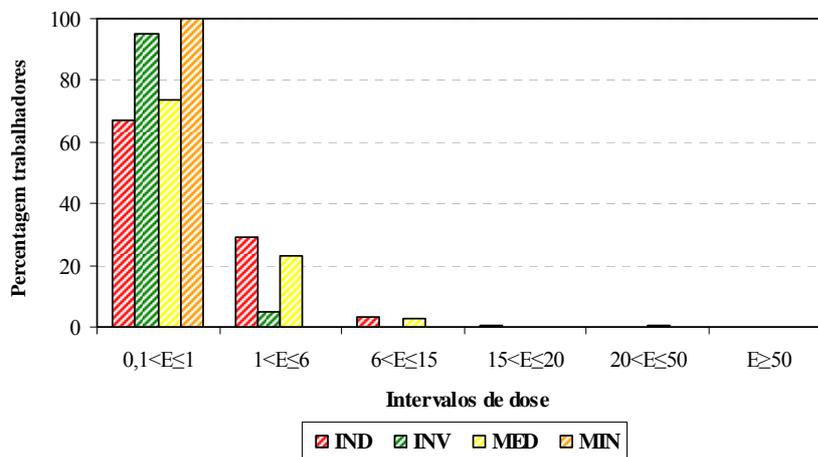


Figura 4.19 – Ano 2005. Percentagem de trabalhadores expostos da Tabela 4.19 (direita)

4.6.7 Ano 2006

Tabela 4.20 – Ano 2006: Distribuição do número de trabalhadores expostos (esquerda) e respectivas percentagens (direita), organizados por sector de actividade e por intervalos de dose efectiva anual.

	Número trabalhadores				Percentagem trabalhadores			
	IND	INV	MED	MIN	IND	INV	MED	MIN
0,1<E≤0,2	102	40	778	2	20,2	48,8	20,9	100,0
0,2<E≤0,5	142	25	1.171	0	28,2	30,5	31,5	0,0
0,5<E≤1	104	11	839	0	20,6	13,4	22,6	0,0
1<E≤2	67	5	504	0	13,3	6,1	13,6	0,0
2<E≤6	67	1	320	0	13,3	1,2	8,6	0,0
6<E≤10	13	0	51	0	2,6	0,0	1,4	0,0
10<E≤15	6	0	30	0	1,2	0,0	0,8	0,0
15<E≤20	0	0	9	0	0,0	0,0	0,2	0,0
20<E≤50	2	0	15	0	0,4	0,0	0,4	0,0
E≥50	1	0	0	0	0,2	0,0	0,0	0,0

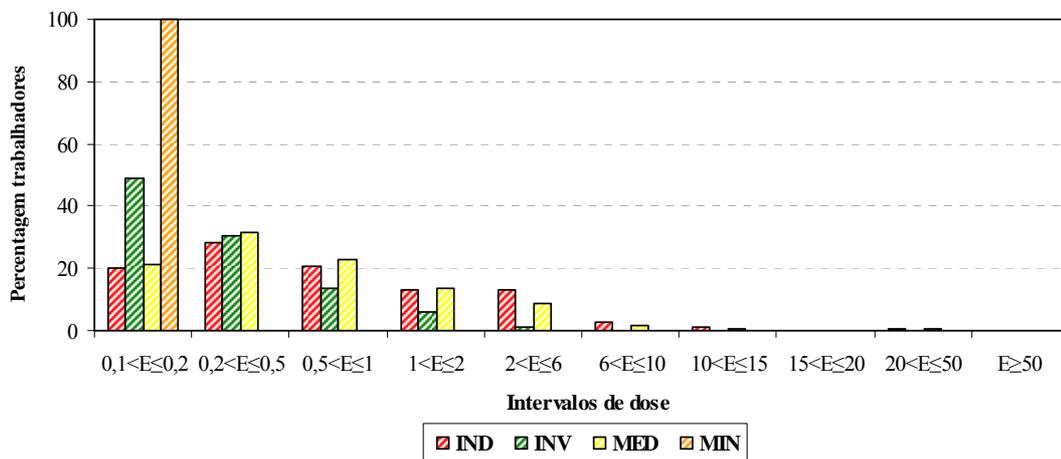


Figura 4.20 – Ano 2006. Percentagem de trabalhadores expostos da Tabela 4.20 (direita).

Tabela 4.21 – Ano 2006: Distribuição considerando seis intervalos de dose efectiva.

	Número trabalhadores				Percentagem trabalhadores			
	IND	INV	MED	MIN	IND	INV	MED	MIN
0,1<E≤1	348	76	2.788	2	69,0	92,7	75,0	100,0
1<E≤6	134	6	824	0	26,6	7,3	22,2	0,0
6<E≤15	19	0	81	0	3,8	0,0	2,2	0,0
15<E≤20	0	0	9	0	0,0	0,0	0,2	0,0
20<E≤50	2	0	15	0	0,4	0,0	0,4	0,0
E≥50	1	0	0	0	0,2	0,0	0,0	0,0

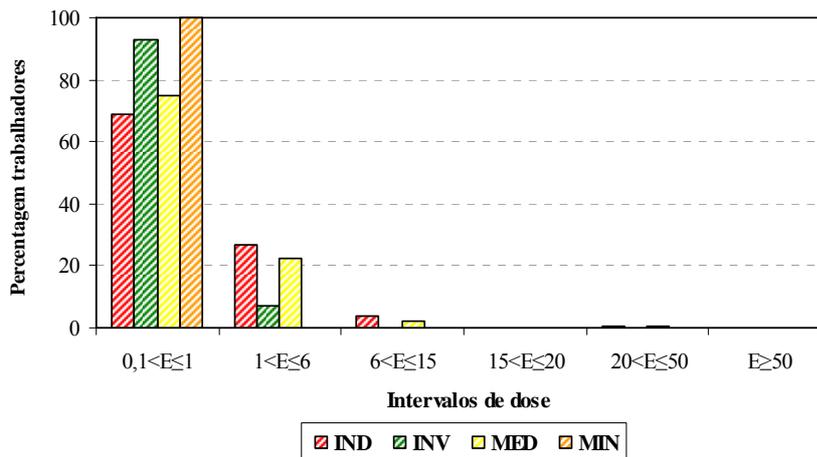


Figura 4.21 – Ano 2006. Percentagem de trabalhadores expostos da Tabela 4.21 (direita).

4.6.8 Apreciação das distribuições anuais 2000 a 2006

A análise das distribuições anuais permite as seguintes conclusões:

Sector Indústria (IND) representado a vermelho. Relativamente ao sector da Indústria, as distribuições de dose apresentam cerca de 90% dos trabalhadores nos dois primeiros intervalos de dose efectiva, ou seja $0,1 < E \leq 1$ mSv cerca de 33 a 69%, e $1 < E \leq 6$ mSv com cerca de 29 a 50%. A grande maioria dos restantes 10% recebe doses no intervalo seguinte $6 < E \leq 15$ mSv. No entanto o número de trabalhadores que recebem valores de dose entre 20 e 50 mSv apresenta uma tendência para decrescer (5 em 2000 e 2 em 2006), embora quer em 2005, quer em 2006 se tenha registado um caso em cada ano com dose superior a 50 mSv.

Sector Investigação (INV) representado a verde. Relativamente ao sector da Investigação, as distribuições de dose típicas deste sector apresentam a totalidade das pessoas expostas nos dois primeiros intervalos de dose, ou seja $0,1 < E \leq 1$ mSv cerca de 77 a 95%, $1 < E \leq 6$ mSv com cerca de 5 a 22%. Não é habitual registarem-se trabalhadores com valores de dose efectiva anual em intervalos superiores, excepção verificada no ano 2002, no qual um trabalhador apresentou um valor de dose superior a 50 mSv.

Sector Medicina (MED) representado a amarelo. Relativamente ao sector Medicina, o maior número de trabalhadores recebe uma dose efectiva anual no primeiro e no segundo intervalos de dose, ou seja $0,1 < E \leq 1$ mSv cerca de 53 a 75%, $1 < E \leq 6$ mSv com cerca de 22 a 38%. No entanto, é característico deste sector a existência de trabalhadores com valores de dose efectiva anual em todos os intervalos, apresentando as distribuições caudas que se estendem até aos valores de dose mais elevados. No período em apreço, registou-se um número de pessoas com dose anual superior a 20 mSv, que diminuiu de cerca de 39 (2000) para 15 (2006).

Sector Minas (MIN) representado a laranja. Relativamente ao sector das minas, a análise deve restringir-se ao período 2000 a 2002, atendendo a que a partir de 2003 o número de trabalhadores afectos a este sector tende para zero, devido ao encerramento da exploração das minas de Urânio. Nos anos 2000 a 2003 observa-se uma distribuição típica centrada no intervalo $1 < E \leq 6$ mSv com 70% e rodeada à esquerda e à direita por valores próximos de 10 a 20%.

Para maior informação relativa a cada um dos sectores de actividade, dever-se-á consultar o Capítulo respectivo, nomeadamente, para a Indústria, o Capítulo 5, para a Investigação, o Capítulo 6, para a Medicina, o Capítulo 7, e para as Minas o Capítulo 8.

4.7 Dose efectiva média sectorial

Na Tabela 4.22 e na Figura 4.22 apresentam-se os valores da dose efectiva média calculada para o período 2000 a 2006, para o conjunto dos trabalhadores monitorizados (Figura 4.22.a) e para os trabalhadores expostos (Figura 4.22.b) organizados por sector de actividade.

Tabela 4.22 – Dose efectiva média (em mSv) para trabalhadores monitorizados (em cima) e expostos (em baixo), para cada sector de actividade, no período 2000 a 2006.

Trabalhadores monitorizados							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
IND	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,7	0,5
INV	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
MED	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4
MIN	2,0	1,4	1,8	0,3	0,1	0,1	0,0

Trabalhadores expostos							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
IND	2,9	3,5	3,2	3,1	1,8	1,6	1,6
INV	0,7	0,6	2,2	0,4	0,6	0,4	0,4
MED	2,3	2,3	2,2	2,0	1,6	1,2	1,1
MIN	4,1	3,2	5,1	1,3	1,2	0,7	0,2

Da análise da Tabela 4.22 (cima) e da Figura 4.22.a, observa-se que a dose efectiva média relativa aos trabalhadores monitorizados permaneceu estável no período 2000 a 2006 para todos os sectores de actividade excepto no caso do sector mineiro. Observaram-se sempre valores inferiores a 0,8 mSv em cada ano, à excepção do sector mineiro onde se observaram valores compreendidos entre 1,4 e 2,0 nos primeiros três anos de 2000 a 2002, período durante o qual as minas de urânio ainda se encontravam em actividade.

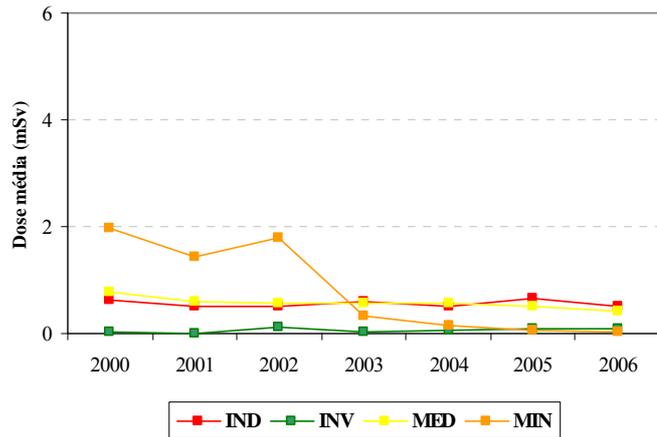


Figura 4.22.a – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados agrupados por sector de actividade, no período 2000-2006.

Da análise da Tabela 4.22 (baixo) e da Figura 4.22.b relativas aos trabalhadores expostos, nos sectores da indústria, investigação e medicina, verifica-se um decréscimo da dose efectiva média de 2000 a 2006, com uma variação de 2,9 a 1,6 mSv (IND), 0,7 a 0,4 mSv (INV) e 2,3 a 1,1 mSv (MED). No sector da Investigação verificou-se uma situação pontual em 2002 (anteriormente descrita e verificada em 4.6.3, Tabelas 4.12 e 4.13). No sector mineiro (MIN) a dose efectiva média nos anos 2000 a 2002 manteve-se mais elevada, decrescendo depois atendendo ao encerramento gradual da actividade.

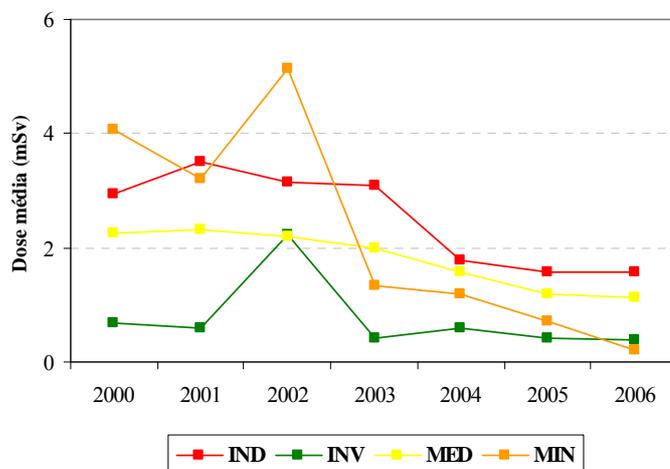


Figura 4.22.b – Dose média efectiva dos trabalhadores expostos agrupados por sector de actividade no período, 2000-2006.

4.8 Dose efectiva colectiva sectorial

Na Tabela 4.23 apresentam-se os valores da dose efectiva colectiva para o período 2000 a 2006, por sector de actividade. Menciona-se também nesta tabela a dose colectiva total anteriormente apresentada na Tabela 4.5 e Figura 4.5.

Tabela 4.23 – Dose efectiva colectiva (man.Sv) no período 2000 a 2006, por sector de actividade.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
IND	0,7	0,6	0,7	0,8	0,7	0,9	0,8
INV	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
MED	5,1	4,4	4,4	4,7	5,3	4,9	4,3
MIN	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Dose colectiva efectiva total	6,0	5,1	5,2	5,5	6,1	5,8	5,1

No período de 2000 a 2006, observou-se um comportamento estável da dose colectiva. Analisando os valores expressos em man.Sv, no sector da Indústria a dose colectiva apresentou uma variação máxima compreendida entre 0,6 e 0,9 man.Sv, enquanto que na Medicina, a variação máxima foi de 4,3 a 5,1 man.Sv. No sector mineiro o valor decresceu de 0,2 para valores muito próximos de 0 man.Sv devido ao encerramento da actividade. No sector da investigação, os valores são tão baixos que têm de ser reportados noutra ordem de grandeza, ou seja, de 2002 a 2006, os valores são respectivamente, 0,02, 0,01, 0,07, 0,02, 0,04, 0,03 e 0,03 man.Sv.

Na Tabela 4.24 e na Figura 4.23 apresenta-se a contribuição de cada sector para a dose colectiva total no período compreendido entre 2000 e 2006. Observa-se que a Medicina (83 a 87%) e a Indústria (12 a 16%) são os sectores de maior influência para a dose colectiva total. Relativamente ao sector da Investigação e exceptuando o ano de 2002, a contribuição oscila entre 0,1 a 0,7%, enquanto que o sector das Minas contribuiu com cerca de 3% no período 2000 a 2002.

Tabela 4.24 – Contribuição percentual de cada sector de actividade para a dose colectiva total, no período 2000-2006.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
IND	11,7	12,0	12,4	14,1	12,1	15,7	15,6
INV	0,4	0,1	1,4	0,3	0,6	0,6	0,7
MED	84,8	85,1	83,3	85,3	87,1	83,6	83,7
MIN	3,1	2,8	2,8	0,3	0,1	0,0	0,0

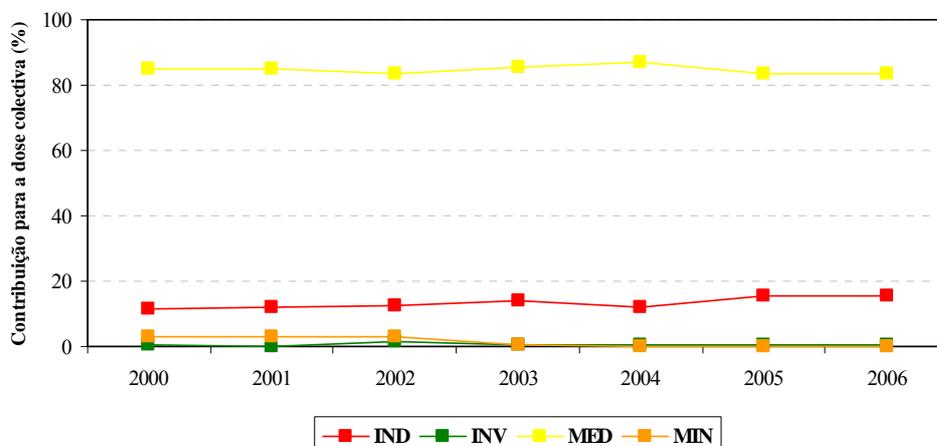


Figura 4.23 – Contribuição de cada sector de actividade para a dose efectiva colectiva total, no período 2000 a 2006.

5 Exposição ocupacional na Indústria

Neste Capítulo apresentam-se os resultados relativos ao Sector da Indústria (IND) com o código de cores vermelho. No início deste Capítulo, apresentam-se os dados gerais do Sector mostrados no Capítulo 4, conjuntamente com cada um dos outros três sectores. A partir da secção 5.4 apresentam-se o mesmo tipo de indicadores, organizados por tipo de instalação conforme a informação obtida no questionário enviado às empresas prestadoras de serviços de dosimetria. O questionário pretende reunir um conjunto de informações detalhadas que permitam caracterizar em termos individuais vários parâmetros como as actividades desenvolvidas, a profissão dos indivíduos monitorizados, respectiva classificação, etc. No entanto, nem sempre todo este tipo de informação é facultado às empresas controladoras pelas instalações, não permitindo por isso outro tipo de estudos mais pormenorizados. Pelas razões expostas, 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 todos os indivíduos que lhe estão afectos. Na secção 5.5 e 5.6 faz-se um resumo dos parâmetros determinados para cada actividade e na secção 5.7 apresenta-se a contribuição de cada actividade para a dose colectiva neste sector. Os resultados mostrados na secção 5.7 permitem interpretar os valores apresentados na secção 5.3 e na secção 4.8.

5.1 Trabalhadores monitorizados

Os números totais de instalações controladas, trabalhadores monitorizados e expostos, assim como as respectivas percentagens dos trabalhadores expostos no período de 2000 a 2006, que desenvolveram a sua actividade no sector da indústria (IND) encontram-se representados na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Número de instalações controladas, de trabalhadores monitorizados e expostos e percentagens de trabalhadores expostos na indústria, no período 2000 a 2006.

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Instalações		186	201	213	223	236	205	233
Trabalhadores	Monitorizados	1.134	1.197	1.256	1.280	1.437	1.389	1.554
	Expostos	239	176	206	251	412	584	504
	Expostos (%)	21,1	14,7	16,4	19,6	28,7	42,0	32,4

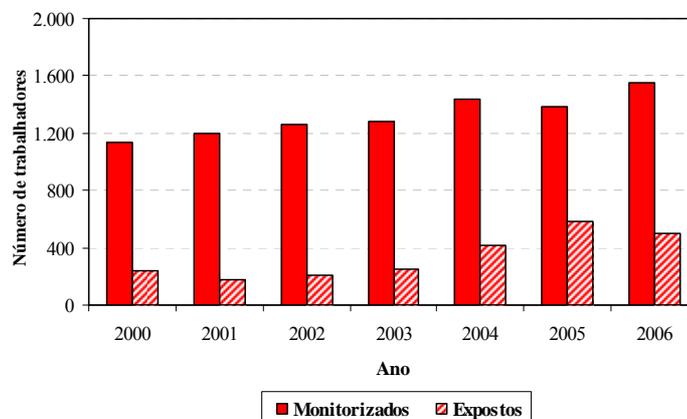


Figura 5.1 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos na indústria, no período 2000 a 2006.

O número de instalações controladas, de trabalhadores monitorizados, bem como de trabalhadores expostos ($E > 0,1$ mSv) aumentou continuamente ao longo dos anos de 2000 até 2006, à excepção de 2005 onde se observou um ligeiro decréscimo do número de instalações e de trabalhadores monitorizados, tendo-se registado no entanto, um aumento do número de trabalhadores expostos. Como se pode observar na Tabela 5.1 e Figura 5.1 as percentagens de trabalhadores expostos variaram entre 16,4% e 21,1% nos 3 primeiros anos, aumentando para valores de 28,7%, 42,0% e 32,4%, respectivamente em 2004, 2005 e 2006.

5.2 Intervalos de dose efectiva

Na Tabela 5.2 apresentam-se as distribuições dos números de trabalhadores monitorizados no período 2000 a 2006, pertencentes ao sector da Indústria, por intervalos de dose efectiva anual. Os intervalos de dose considerados foram: $E \leq 0,1$; $0,1 < E \leq 0,2$; $0,2 < E \leq 0,5$; $0,5 < E \leq 1$; $1 < E \leq 2$; $2 < E \leq 6$; $6 < E \leq 10$; $10 < E \leq 15$; $15 < E \leq 20$; $20 < E \leq 50$ e $E \geq 50$ (mSv). Na primeira linha da Tabela 5.2 representa-se o número de trabalhadores com dose efectiva anual inferior ao valor mínimo de registo (diferença ente o número de trabalhadores monitorizados e expostos) e a respectiva percentagem relativamente ao número total (ver Tabela 5.1). Nas linhas seguintes os números e respectivas percentagens correspondem aos trabalhadores expostos. Na Figura 5.2 apresentam-se as distribuições dos trabalhadores expostos por intervalos de dose efectiva.

Tabela 5.2 – Distribuição do número total de trabalhadores monitorizados na Indústria por intervalos de dose efectiva anual expressos em mSv, no período 2000 a 2006 (Nº); respectivas percentagens (%). A primeira linha corresponde à diferença entre monitorizados e expostos, enquanto que nas restantes as percentagens correspondem aos trabalhadores expostos.

Intervalos de dose	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
$E \leq 0,1$	895	78,9	1.021	85,5	1.050	83,6	1.029	80,4	1.025	71,3	805	58,0	1.050	67,6
$0,1 < E \leq 0,2$	12	5,0	1	0,6	6	2,9	8	3,2	80	19,4	92	15,8	102	20,2
$0,2 < E \leq 0,5$	51	21,3	31	17,6	25	12,1	38	15,1	104	25,2	177	30,3	142	28,2
$0,5 < E \leq 1$	57	23,8	26	14,8	55	26,7	64	25,5	77	18,7	122	20,9	104	20,6
$1 < E \leq 2$	44	18,4	39	22,2	38	18,4	52	20,7	53	12,9	84	14,4	67	13,3
$2 < E \leq 6$	50	20,9	49	27,8	57	27,7	62	24,7	74	18,0	86	14,7	67	13,3
$6 < E \leq 10$	5	2,1	17	9,7	9	4,4	16	6,4	12	2,9	15	2,6	13	2,6
$10 < E \leq 15$	13	5,4	5	2,8	9	4,4	4	1,6	7	1,7	4	0,7	6	1,2
$15 < E \leq 20$	2	0,8	4	2,3	4	1,9	1	0,4	2	0,5	2	0,3	0	0,0
$20 < E \leq 50$	5	2,1	4	2,3	3	1,5	6	2,4	3	0,7	1	0,2	2	0,4
$E \geq 50$	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,2	1	0,2

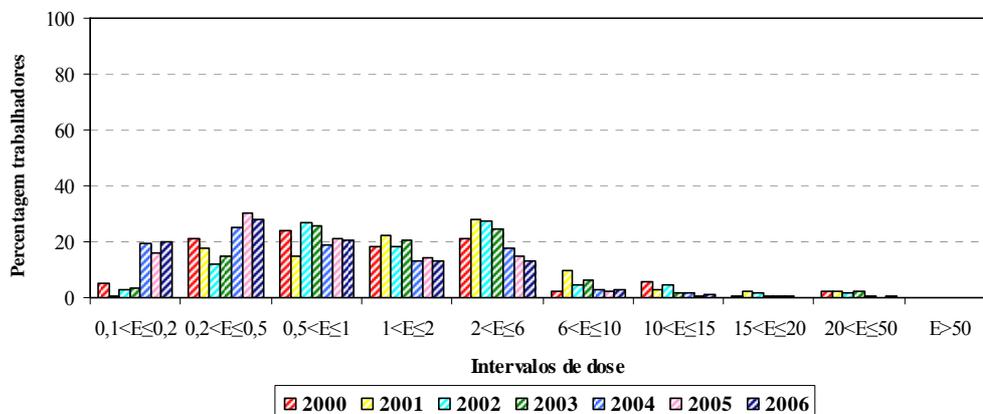


Figura 5.2 – Percentagem de trabalhadores expostos por intervalos de dose efectiva, na indústria, no período 2000 a 2006.

Tal como no Capítulo 4, determinou-se também a distribuição do número de trabalhadores expostos na indústria por um menor número de 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 Tabela 5.3 e na Figura 5.3 apresentam-se as distribuições obtidas.

Tabela 5.3 – Distribuição do número total de trabalhadores expostos na Indústria agrupados em seis intervalos de dose efectiva anual expresso em mSv no período 2000 a 2006 (N°); respectivas percentagens (%).

Intervalos de dose	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	N°	%												
$0,1 < E \leq 1$	120	50,2	58	33,0	86	41,7	110	43,8	261	63,3	391	67,0	348	69,0
$1 < E \leq 6$	94	39,3	88	50,0	95	46,1	114	45,4	127	30,8	170	29,1	134	26,6
$6 < E \leq 15$	18	7,5	22	12,5	18	8,7	20	8,0	19	4,6	19	3,3	19	3,8
$15 < E \leq 20$	2	0,8	4	2,3	4	1,9	1	0,4	2	0,5	2	0,3	0	0,0
$20 < E \leq 50$	5	2,1	4	2,3	3	1,5	6	2,4	3	0,7	1	0,2	2	0,4
$E \geq 50$	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,2	1	0,2

Como se pode verificar na Tabela 5.3 e na Figura 5.3, no período de 2000 a 2006, cerca de 33 a 69% dos trabalhadores receberam uma dose efectiva anual no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv. Em 2004, 2005 e 2006 as percentagens neste intervalo aumentaram para valores compreendidos entre 63 a 67%. O segundo intervalo com maior número de trabalhadores expostos (cerca de 26,6 a 50%) é o intervalo $1 < E \leq 6$ mSv. Nos anos 2000 a 2003 as percentagens de trabalhadores expostos foram mais elevadas, enquanto que nos anos 2004 a 2006 as percentagens apresentaram um decréscimo de 31 a 27%. Uma distribuição idêntica foi observada no terceiro intervalo $6 < E \leq 15$ mSv, embora com valores percentuais inferiores, entre 8 a 13% em 2000 a 2003, e 5 a 4% observados em 2004 a 2006. Nos anos em estudo, aproximadamente 0,2 a 2% dos trabalhadores expostos receberam doses entre 15 e 20 mSv e 20 e 50 mSv. Valores de dose efectiva anual superiores a 50 mSv foram só observados num trabalhador no ano de 2005 e em 2006.

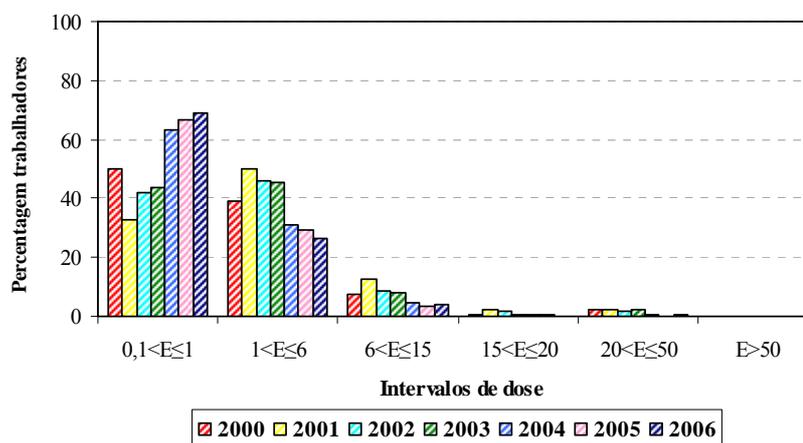


Figura 5.3 – Percentagem de trabalhadores expostos na Indústria, agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, no período 2000 a 2006.

Da análise das Tabelas 5.2 e 5.3 e das Figuras 5.2 e 5.3 pode-se concluir que no período 2000 a 2006, os trabalhadores expostos têm vindo a receber, de ano para ano, valores de dose efectiva anual cada vez menores.

5.3 Dose efectiva média e Dose efectiva colectiva

Na Tabela 5.4 e na Figura 5.4 apresenta-se a dose efectiva média no sector industrial para os trabalhadores monitorizados e expostos no período de 2000 a 2006.

Tabela 5.4 – Dose efectiva média (mSv) para trabalhadores monitorizados e expostos na indústria, no período de 2000 a 2006.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,7	0,5
Expostos	2,9	3,5	3,2	3,1	1,8	1,6	1,6

Como se pode observar na Tabela 5.4 e na Figura 5.4, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados mantém um comportamento estável. No entanto, relativamente aos trabalhadores expostos nos anos de 2000 a 2003, a dose efectiva média situou-se, aproximadamente, nos 3 mSv, observando-se um decréscimo para cerca de metade nos anos 2004, 2005 e 2006.

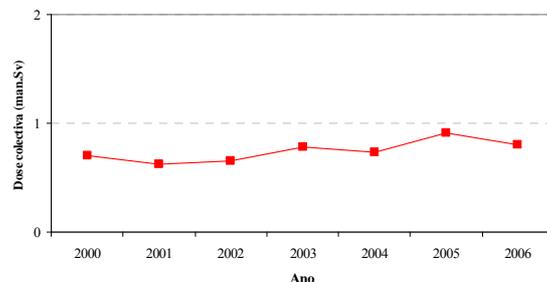
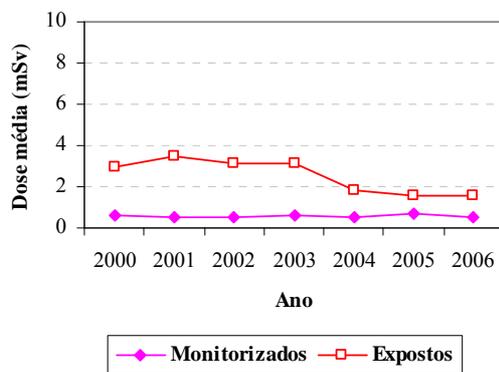


Figura 5.4 – Dose efectiva média (mSv) dos trabalhadores monitorizados e expostos, na indústria, no período 2000 a 2006.

Figura 5.5 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados na indústria, no período 2000 a 2006.

Na Tabela 5.5 e Figura 5.5 apresentam-se os valores da dose efectiva colectiva (man.Sv) dos trabalhadores monitorizados na Indústria no período 2000 a 2006.

Tabela 5.5 – Dose efectiva colectiva (man.Sv) dos trabalhadores monitorizados na Indústria, no período 2000 a 2006.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Dose efectiva colectiva	0,70	0,62	0,65	0,78	0,73	0,91	0,80

Nos anos 2000 a 2002 dose efectiva colectiva apresentou um comportamento estável, com valores compreendidos entre 0,62 e 0,70 man.Sv. No entanto, nos anos 2005 e 2006 a dose efectiva colectiva neste sector apresentou uma ligeira tendência para aumentar, registando-se no ano 2005 o valor mais elevado de 0,91 man.Sv.

5.4 Instalações no sector da Indústria

De acordo com a lista de códigos ESOREX (Tabela 2.2), identificaram-se no Sector da Indústria sete grupos de instalações, designadamente, *Radiografia industrial*, *Radiografia industrial em câmara*, *Radiografia industrial em estaleiro*, *Irradiação industrial*, *Electromedicina*, *Transportes e Outras aplicações industriais*. Seguidamente, apresentam-se os números de trabalhadores monitorizados e expostos, as respectivas distribuições por intervalos de dose efectiva anual, as percentagens, as doses efectivas médias e as doses efectivas colectivas para cada um dos grupos de instalações identificados.

Tabela 5.6 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos no sector IND (cima); tipo de instalações no sector, respectivo número de trabalhadores expostos e respectiva percentagem no universo dos trabalhadores expostos (%), no período de 2000 a 2006.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Total Monitorizados	1.134	1.197	1.256	1.280	1.437	1.389	1.554
Total Expostos	239	176	206	251	412	584	504
Tipo de Instalações							
Radiografia industrial	52 (21,8)	52 (29,5)	53 (25,7)	56 (22,3)	39 (9,5)	54 (9,2)	34 (6,7)
Radiografia industrial em câmara	9 (3,8)	5 (2,8)	4 (1,9)	7 (2,8)	3 (0,7)	12 (2,1)	9 (1,8)
Radiografia industrial em estaleiro	61 (25,5)	42 (23,9)	37 (18,0)	45 (17,9)	52 (12,6)	73 (12,5)	67 (13,3)
Outras aplicações industriais	80 (33,5)	47 (26,7)	88 (42,7)	113 (45,0)	271 (65,8)	391 (67,0)	338 (67,1)
Irradiação industrial	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	4 (1,6)	6 (1,5)	10 (1,7)	7 (1,4)
Electromedicina	37 (15,5)	30 (17,0)	24 (11,7)	26 (10,4)	36 (8,7)	40 (6,8)	45 (8,9)
Transportes	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	5 (1,2)	4 (0,7)	4 (0,8)

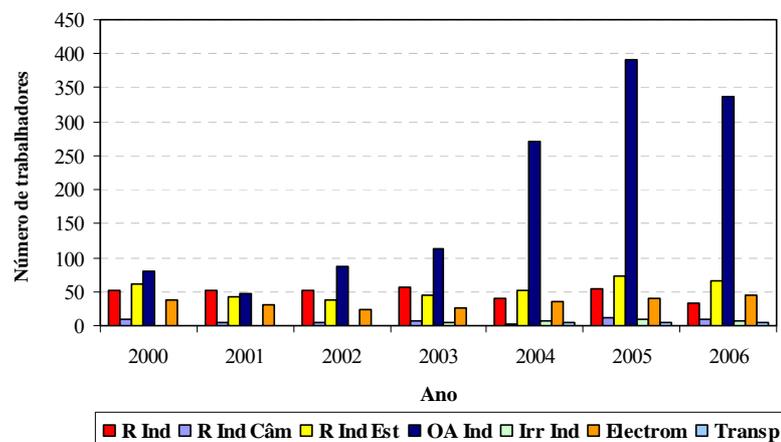


Figura 5.6.a – IND: Número de trabalhadores expostos em cada tipo de instalação no período 2000 a 2006.

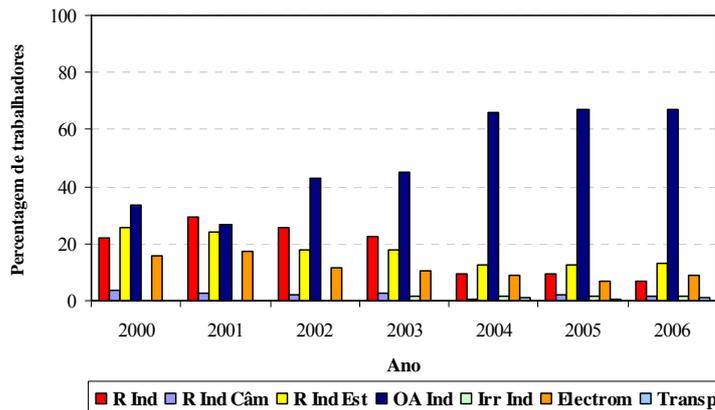


Figura 5.6.b – IND: Importância relativa de cada tipo de instalação em termos da percentagem de trabalhadores expostos.

5.4.1 Radiografia industrial

5.4.1.1 Radiografia industrial. Trabalhadores monitorizados e expostos

Tabela 5.7 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos e percentagens de trabalhadores expostos, em instalações de radiografia industrial.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	88	99	103	108	114	114	109
Expostos	52	52	53	56	39	54	34
Expostos (%)	59,1	52,5	51,5	51,9	34,2	47,4	31,2

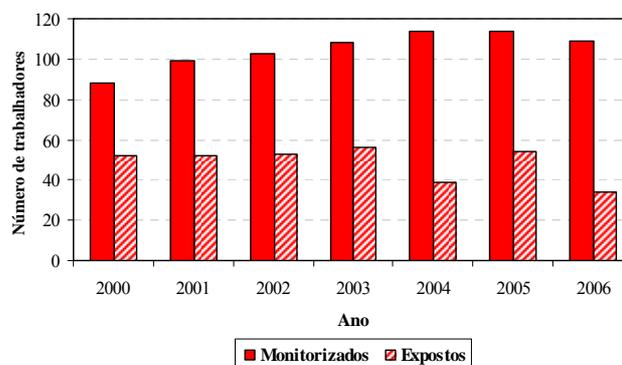


Figura 5.7 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos, na radiografia industrial.

5.4.1.2 Radiografia industrial. Intervalos de dose efectiva

Tabela 5.8 – Número e respectivas percentagens de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em instalações de radiografia industrial.

Intervalos de dose	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Nº	%												
0,1<E≤1	23	44,2	18	34,6	21	39,6	24	42,9	18	46,2	35	64,8	23	67,6
1<E≤6	26	50,0	26	50,0	24	45,3	22	39,3	16	41,0	19	35,2	8	23,5
6<E≤15	3	5,8	7	13,5	7	13,2	8	14,3	5	12,8	0	0,0	3	8,8
15<E≤20	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0
20<E≤50	0	0,0	1	1,9	1	1,9	1	1,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0
E≥50	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

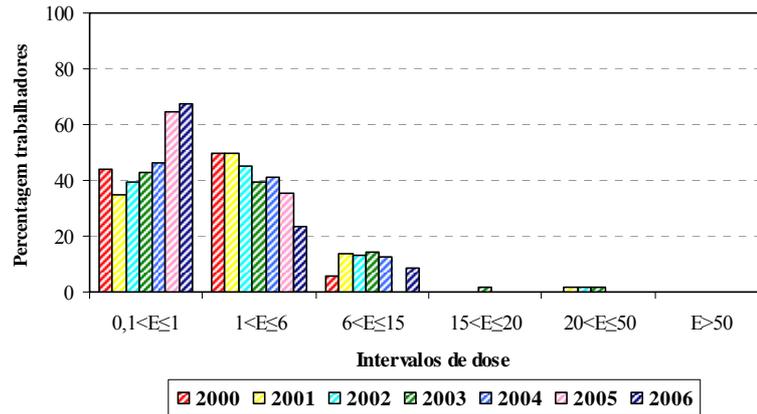


Figura 5.8 – Percentagem de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em instalações de radiografia industrial.

5.4.1.3 Radiografia industrial. Dose efectiva média e Dose efectiva colectiva

Tabela 5.9 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos (mSv), em instalações de radiologia industrial.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	1,3	1,6	1,8	1,7	0,9	0,6	0,5
Expostos	2,2	3,0	3,6	3,3	2,3	1,3	1,3

Tabela 5.10 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados (man.Sv), em instalações de radiografia industrial.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Dose efectiva colectiva	0,12	0,16	0,19	0,19	0,10	0,07	0,06

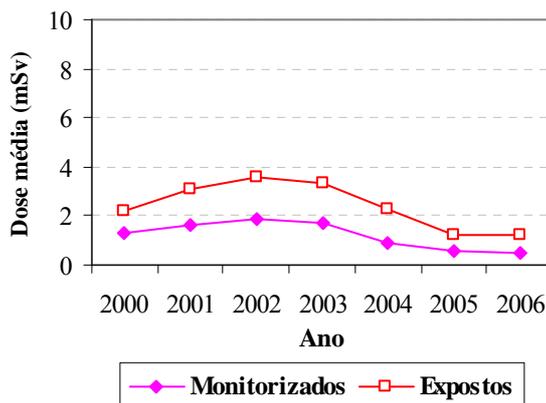


Figura 5.9 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos, em instalações de radiografia industrial.

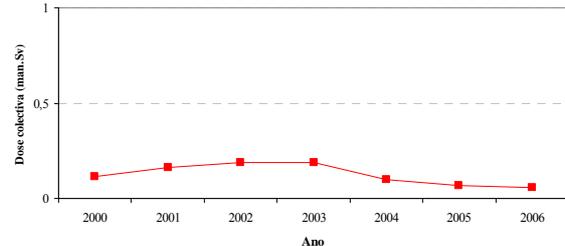


Figura 5.10 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados, em instalações de radiografia industrial.

5.4.2 Radiografia industrial em câmara

5.4.2.1 Radiografia industrial em câmara. Trabalhadores monitorizados e expostos

Tabela 5.11 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos e percentagens de trabalhadores expostos, em instalações de radiografia industrial em câmara.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	41	41	40	39	44	34	34
Expostos	9	5	4	7	3	12	9
Expostos (%)	22,0	12,2	10,0	17,9	6,8	35,3	26,5

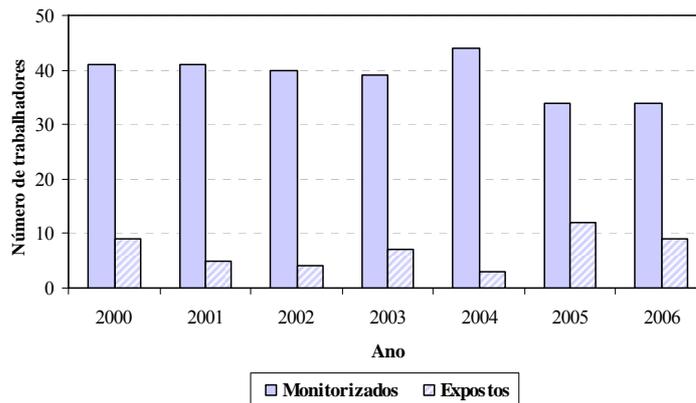


Figura 5.11 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos, em instalações de radiografia industrial em câmara.

5.4.2.2 Radiografia industrial em câmara. Intervalos de dose efectiva

Tabela 5.12 – Número e respectivas percentagens de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em instalações de radiografia industrial em câmara.

Intervalos de dose	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%								
0,1<E≤1	6	66,7	4	80,0	3	75,0	5	71,4	0	0,0	9	75,0	9	100,0
1<E≤6	2	22,2	1	20,0	0	0,0	2	28,6	3	100,0	2	16,7	0	0
6<E≤15	1	11,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	8,3	0	,0
15<E≤20	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
20<E≤50	0	0,0	0	0,0	1	25,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
E≥50	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

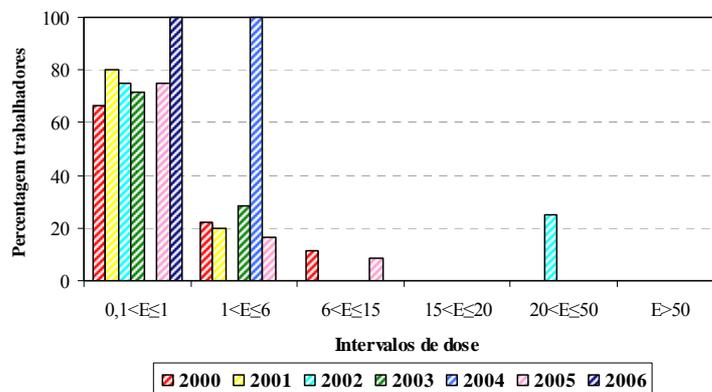


Figura 5.12 – Percentagem de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em instalações de radiografia industrial em câmara.

5.4.2.3 Radiografia industrial em câmara. Dose efectiva média e Dose efectiva colectiva

Tabela 5.13 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos (mSv), em instalações de radiologia industrial em câmara.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	0,3	0,2	0,6	0,2	0,2	0,5	0,1
Expostos	1,5	1,3	5,6	1,2	2,7	1,3	1,5

Tabela 5.14 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados (man.Sv), em instalações de radiografia industrial em câmara.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Dose efectiva colectiva	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,00

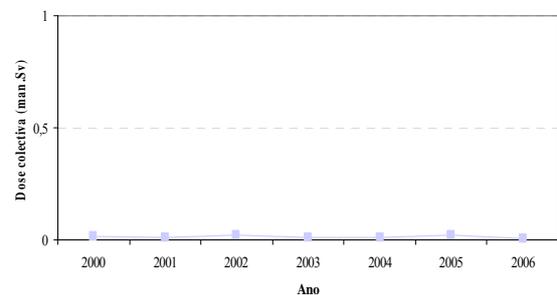
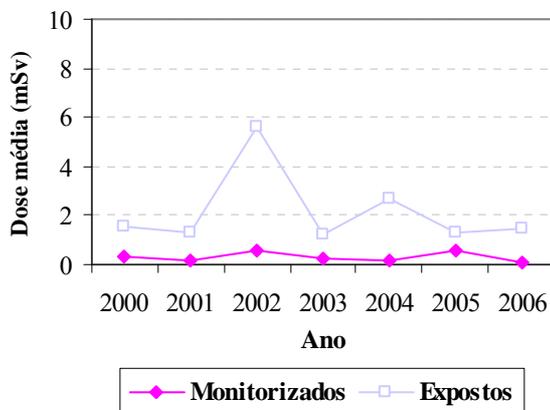


Figura 5.13 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos, em instalações de radiografia industrial em câmara.

Figura 5.14 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados, em instalações de radiografia industrial em câmara.

5.4.3 Radiografia industrial em estaleiro

5.4.3.1 Radiografia industrial em estaleiro. Trabalhadores monitorizados e expostos

Tabela 5.15 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos e percentagens de trabalhadores expostos, em instalações de radiografia industrial em estaleiro.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	109	109	105	99	118	120	119
Expostos	61	42	37	45	52	73	67
Expostos (%)	56,0	38,5	35,2	45,5	44,1	60,8	56,3

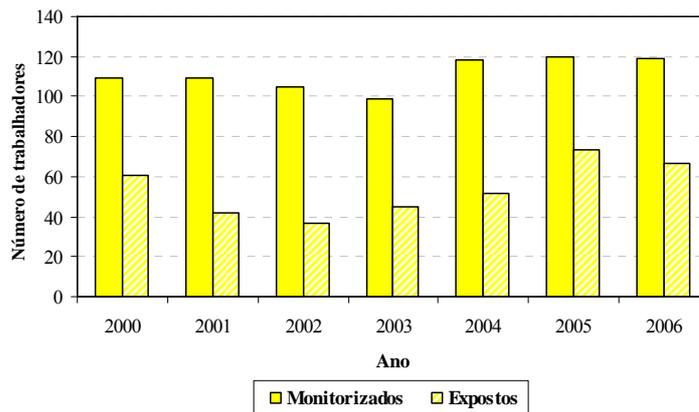


Figura 5.15 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos, em instalações de radiografia industrial em estaleiro.

5.4.3.2 Radiografia industrial em estaleiro. Intervalos de dose efectiva

Tabela 5.16 – Número e respectivas percentagens de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em instalações de radiografia industrial em estaleiro.

Intervalos de dose	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Nº	%												
0,1<E≤1	32	52,5	14	33,3	12	32,4	16	35,6	23	44,2	36	49,3	33	49,3
1<E≤6	17	27,9	12	28,6	15	40,5	20	44,4	18	34,6	26	35,6	25	37,3
6<E≤15	8	13,1	12	28,6	6	16,2	5	11,1	7	13,5	9	12,3	8	11,9
15<E≤20	1	1,6	2	4,8	4	10,8	0	0,0	2	3,8	1	1,4	0	0,0
20<E≤50	3	4,9	2	4,8	0	0,0	4	8,9	2	3,8	1	1,4	1	1,5
E≥50	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

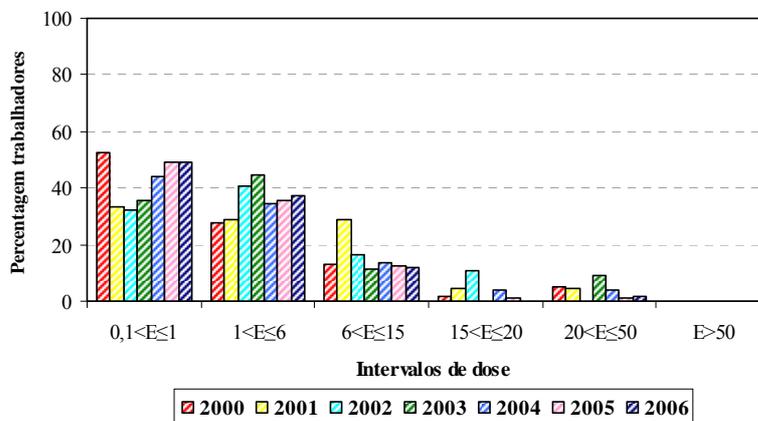


Figura 5.16 – Percentagem de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em instalações de radiografia industrial em estaleiro.

5.4.3.3 Radiografia industrial em estaleiro. Dose efectiva média e Dose efectiva colectiva

Tabela 5.17 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos (mSv), em instalações de radiologia industrial em estaleiro.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	2,4	2,1	1,7	2,5	1,9	1,8	1,5
Expostos	4,2	5,4	4,9	5,5	4,2	2,9	2,9

Tabela 5.18 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados (man.Sv), em instalações de radiografia industrial em estaleiro.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Dose efectiva colectiva	0,26	0,23	0,18	0,25	0,22	0,21	0,18

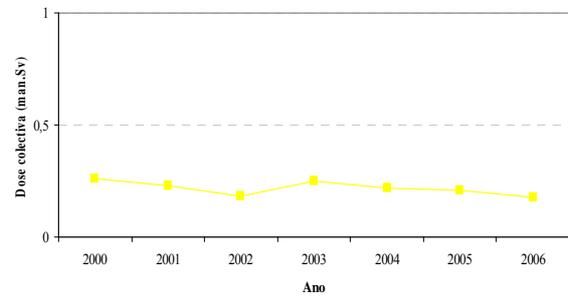
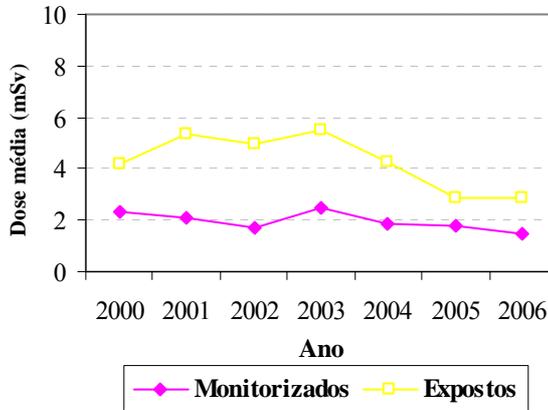


Figura 5.17 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos, em instalações de radiografia industrial em estaleiro.

Figura 5.18 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados, em instalações de radiografia industrial em estaleiro.

5.4.4 Outras aplicações industriais

5.4.4.1 Outras aplicações industriais. Trabalhadores monitorizados e expostos

Tabela 5.19 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos e percentagens de trabalhadores expostos, em instalações que realizam outras aplicações industriais.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	772	814	867	887	1.004	941	1.057
Expostos	80	47	88	113	271	391	338
Expostos (%)	10,4	5,8	10,1	12,9	27,0	41,6	32,0

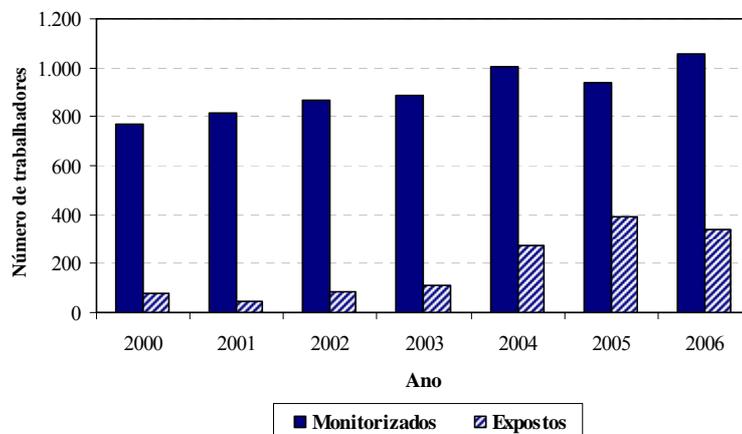


Figura 5.19 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos, em instalações que realizam outras aplicações industriais.

5.4.4.2 Outras aplicações industriais. Intervalos de dose efectiva

Tabela 5.20 – Número e respectivas percentagens de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em instalações que realizam outras aplicações industriais.

Intervalos de dose	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Nº	%												
0,1<E≤1	28	35,0	4	8,5	39	44,3	50	44,2	187	69,0	273	69,8	240	71,0
1<E≤6	45	56,3	38	80,9	44	50,0	56	49,6	78	28,8	110	28,1	90	26,6
6<E≤15	5	6,3	2	4,3	4	4,5	6	5,3	5	1,8	8	2,0	6	1,8
15<E≤20	1	1,3	2	4,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
20<E≤50	1	1,3	1	2,1	1	1,1	1	0,9	1	0,4	0	0,0	1	0,3
E≥50	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3

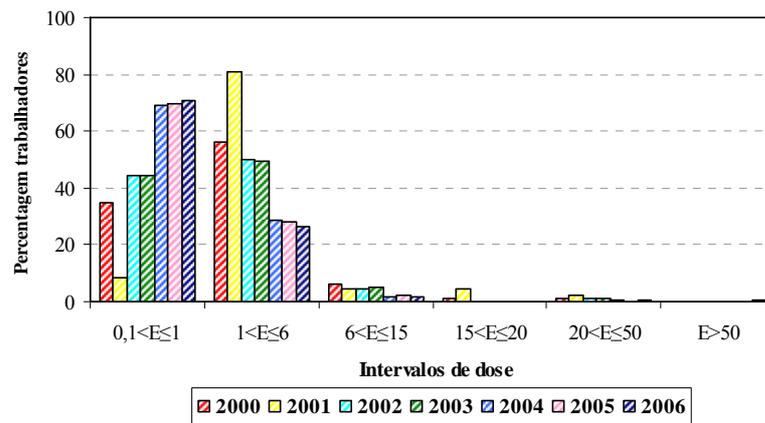


Figura 5.20 – Percentagem de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em instalações que realizam outras aplicações industriais.

5.4.4.3 Outras aplicações industriais. Dose efectiva média e Dose efectiva colectiva

Tabela 5.21 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos (mSv), em instalações que realizam outras aplicações industriais.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5
Expostos	2,9	2,7	2,5	2,6	1,0	0,9	1,5

Tabela 5.22 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados (man.Sv), em instalações que realizam outras aplicações industriais.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Dose efectiva colectiva	0,23	0,19	0,22	0,30	0,34	0,45	0,50

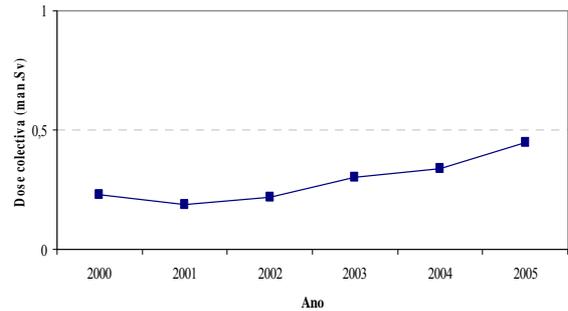
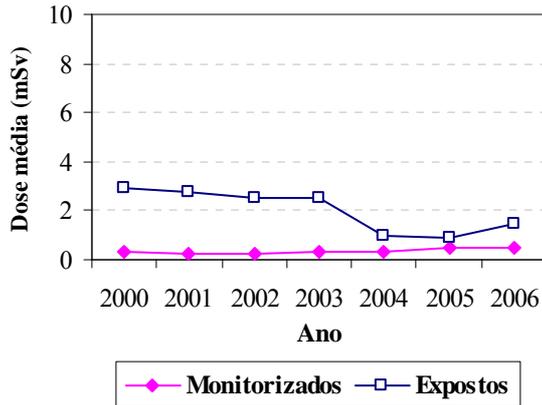


Figura 5.21 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos, em instalações que realizam outras aplicações industriais.

Figura 5.22 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados, em instalações que realizam outras aplicações industriais.

5.4.5 Irradiação industrial

5.4.5.1 Irradiação industrial. Trabalhadores monitorizados e expostos

Tabela 5.23 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos e percentagens de trabalhadores expostos, em instalações de irradiação industrial.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	6	5	7	5	9	20	37
Expostos	0	0	0	0	6	10	7
Expostos (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	66,7	50,0	18,9

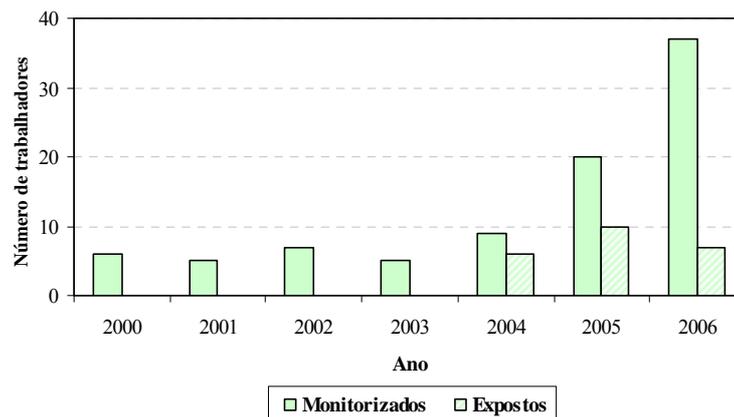


Figura 5.23 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos, em instalações de irradiação industrial.

5.4.5.2 Irradiação industrial. Intervalos de dose efectiva

Tabela 5.24 – Número e respectivas percentagens de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em instalações de irradiação industrial.

Intervalos de dose	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%								
0,1<E≤1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	6	100,0	9	90,0	3	42,9
1<E≤6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	10,0	4	57,1
6<E≤15	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
15<E≤20	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
20<E≤50	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
E≥50	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

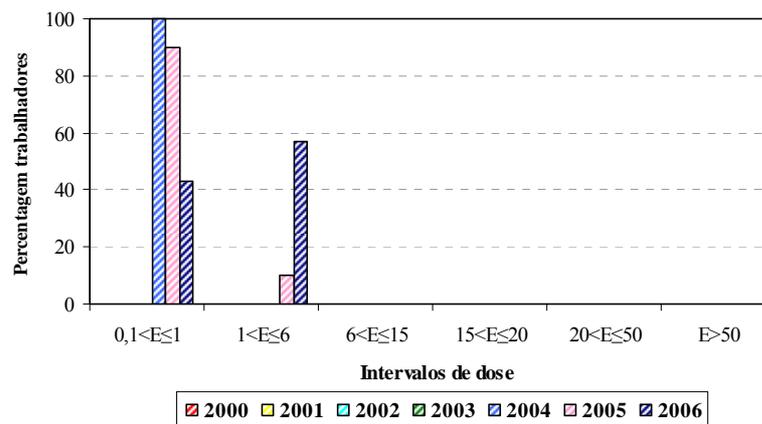


Figura 5.24 – Percentagem de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em instalações de irradiação industrial.

5.4.5.3 Irradiação industrial. Dose efectiva média e Dose efectiva colectiva

Tabela 5.25 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos (mSv), em instalações de irradiação industrial.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,2
Expostos					0,5	0,4	0,6

Tabela 5.26 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados (man.Sv), em instalações de irradiação industrial.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Dose efectiva colectiva	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01

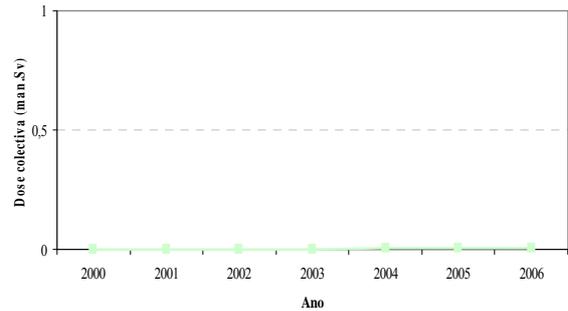
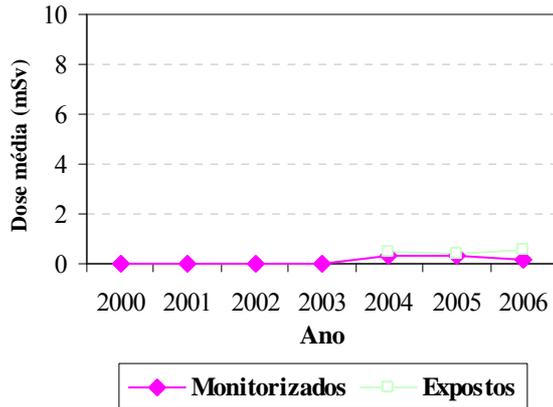


Figura 5.25 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos, em instalações de irradiação industrial.

Figura 5.26 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados, em instalações de irradiação industrial.

5.4.6 Electromedicina

5.4.6.1 Electromedicina. Trabalhadores monitorizados e expostos

Tabela 5.27 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos e percentagens de trabalhadores expostos, em instalações de electromedicina.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	118	129	134	138	143	156	183
Expostos	37	30	24	26	36	40	45
Expostos (%)	31,4	23,3	17,9	18,8	25,2	25,6	24,6

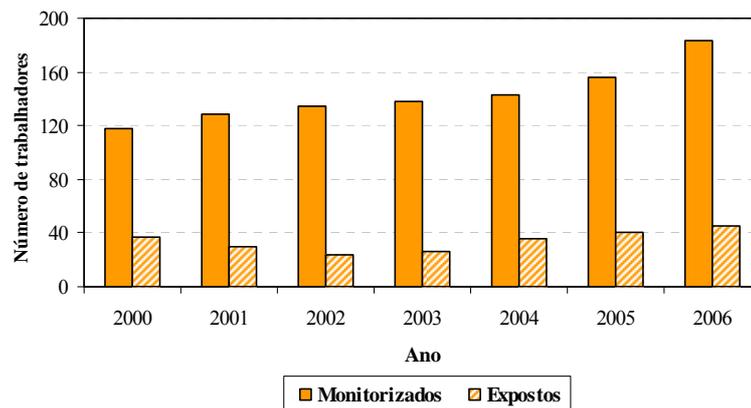


Figura 5.27 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos, em instalações de electromedicina.

5.4.6.2 Electromedicina. Intervalos de dose efectiva

Tabela 5.28 – Número e respectivas percentagens de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em instalações de electromedicina.

Intervalos de dose	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Nº	%												
0,1<E≤1	31	83,8	18	60,0	11	45,8	15	57,7	26	72,2	29	72,5	40	88,9
1<E≤6	4	10,8	11	36,7	12	50,0	11	42,3	10	27,8	10	25,0	5	11,1
6<E≤15	1	2,7	1	3,3	1	4,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
15<E≤20	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
20<E≤50	1	2,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
E≥50	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	2,5	0	0,0

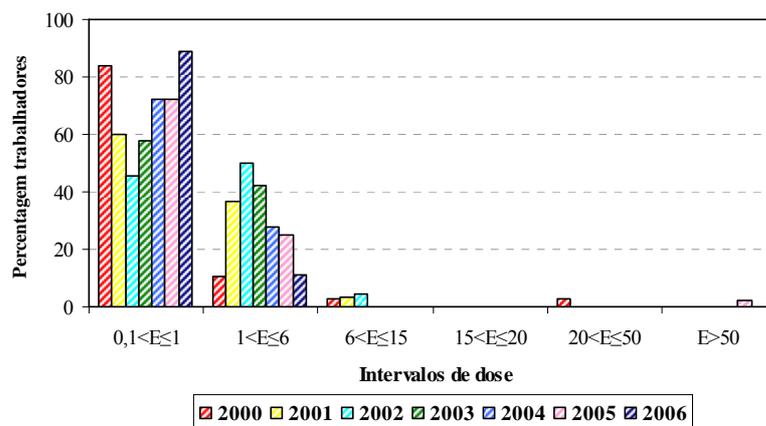


Figura 5.28 – Percentagem de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em instalações de electromedicina.

5.4.6.3 Electromedicina. Dose efectiva média e Dose efectiva colectiva

Tabela 5.29 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos (mSv), em instalações de electromedicina.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	0,7	0,3	0,3	0,2	0,2	0,8	0,2
Expostos	2,2	1,4	1,4	1,1	0,8	2,3	3,0

Tabela 5.30 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados (man.Sv), em instalações de electromedicina.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Dose efectiva colectiva	0,08	0,04	0,03	0,03	0,03	0,12	0,03

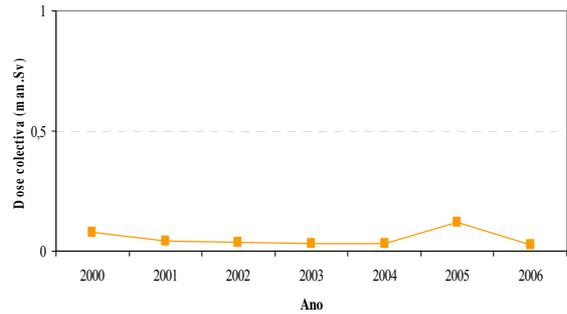
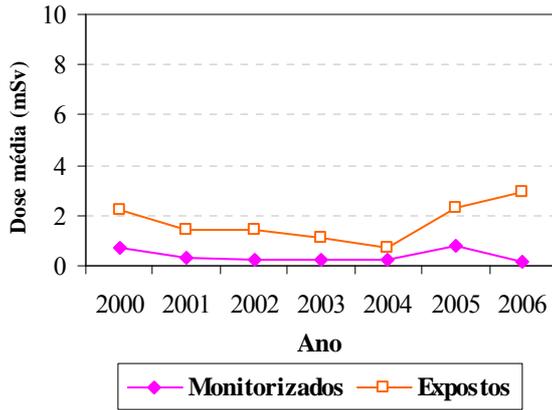


Figura 5.29 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos, em instalações de electromedicina.

Figura 5.30 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados, em instalações de electromedicina.

5.4.7 Transportes

5.4.7.1 Transportes. Trabalhadores monitorizados e expostos

Tabela 5.31 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos e percentagens de trabalhadores expostos, em instalações de transportes de material radioactivo.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados				4	5	4	4
Expostos				4	5	4	4
Expostos (%)				100,0	100,0	100,0	100,0

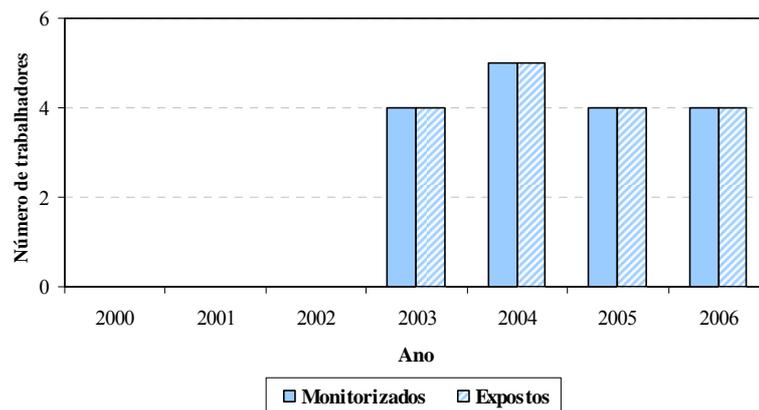


Figura 5.31 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos, em instalações de transportes de material radioactivo.

5.4.7.2 Transportes. Intervalos de dose efectiva

Tabela 5.32 – Número e respectivas percentagens de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em instalações de transportes de material radioactivo.

Intervalos de dose	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0,1<E≤1							0	0,0	1	20,0	0	0,0	0	0,0
1<E≤6							3	75,0	2	40,0	2	50,0	2	50,0
6<E≤15							1	25,0	2	40,0	1	25,0	2	50,0
15<E≤20							0	0,0	0	0,0	1	25,0	0	0,0
20<E≤50							0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
E≥50							0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

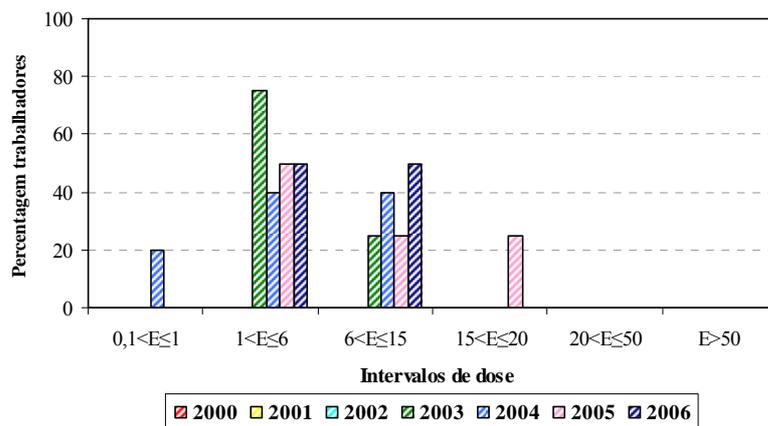


Figura 5.32 – Percentagem de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em instalações de transportes de material radioactivo.

5.4.7.3 Transportes. Dose efectiva média e Dose efectiva colectiva

Tabela 5.33 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos (mSv), em instalações de transportes de material radioactivo.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados				4,0	6,8	8,6	6,1
Expostos				4,0	6,8	8,6	8,6

Tabela 5.34 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados (man.Sv), em instalações de transportes de material radioactivo.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Dose efectiva colectiva				0,02	0,03	0,03	0,02

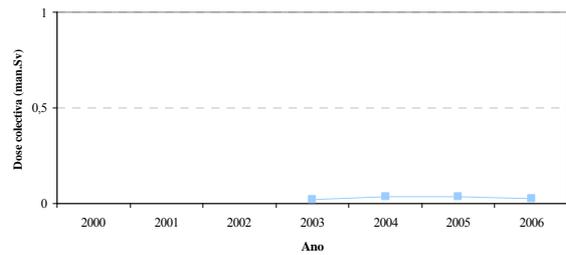
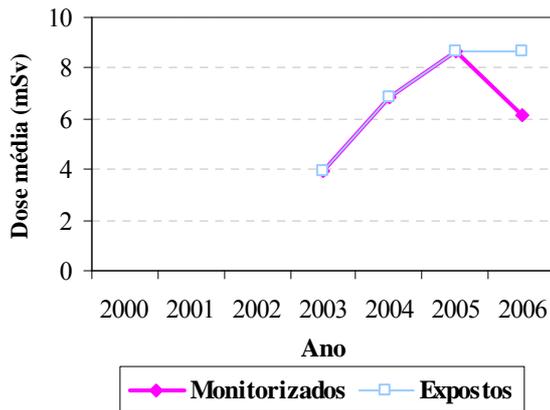


Figura 5.33 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos, em instalações de transportes de material radioactivo.

Figura 5.34 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados, em instalações de transportes de material radioactivo.

5.5 Panorama das actividades desenvolvidas no sector da Indústria

Nos parágrafos seguintes resumem-se os principais aspectos identificados com os parâmetros de estudo apresentados na secção anterior, com o objectivo de proporcionar o panorama das actividades desenvolvidas no Sector da Indústria agrupando os trabalhadores em função da actividade principal da instalação à qual se encontram afectos.

Radiografia industrial (5.4.1). No período de 2000 a 2006, o número de trabalhadores monitorizados tem-se mantido estável em torno a 100, enquanto que o número de expostos tem vindo a diminuir. As distribuições de dose dos trabalhadores expostos apresentam uma maior concentração nos primeiros três 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 aumentou de 44 para 68%, no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv decresceu de 50 para 24%, enquanto que no intervalo $6 < E \leq 15$ mSv manteve-se em cerca de 13%. Nos anos de 2001, 2002 e 2003 registou-se em cada ano um trabalhador com dose efectiva anual superior a 20 mSv, não se tendo registado doses anuais superiores a 50 mSv. 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. A dose efectiva colectiva variou entre 0,06 e 0,19 man.Sv neste grupo.

Radiografia industrial em câmara (5.4.2). No período 2000 a 2006, o número de trabalhadores monitorizados tem-se mantido em cerca de 34, tendo o número de trabalhadores expostos variado entre 12 e 3. As distribuições de dose dos trabalhadores expostos apresentam uma maior concentração nos dois primeiros intervalos de dose efectiva, com alguns registos em intervalos de dose efectiva mais elevada, superior a 6 mSv. Excluindo os casos extremos, o número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv rondou os 70%, enquanto que no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv rondou os 22%. Nos anos 2000 e 2005 cerca de 10% receberam doses no intervalo $6 < E \leq 15$ mSv. O número de trabalhadores com dose efectiva anual superior a 20 mSv foi nulo, com excepção em 2002. Não se registaram doses anuais superiores a 50 mSv. 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. A dose efectiva colectiva foi inferior a 0,02 man.Sv.

Radiografia industrial em estaleiro (5.4.3). No período 2000 a 2006, o número de trabalhadores monitorizados tem tido algumas flutuações mantendo-se nos últimos três anos

cerca de 120, enquanto que o número de trabalhadores expostos tem apresentado tendência para aumentar para cerca de 70. As distribuições de dose dos trabalhadores expostos apresentam 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 parece aumentar para 50%, tendência que se mantém no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv de 28 para 37%. No intervalo $6 < E \leq 15$ mSv mantêm-se em média cerca de 13%. O número de trabalhadores com dose efectiva anual superior a 20 mSv variou entre 1 e 4, valores superiores aos observados números nos restantes grupos do sector da indústria. 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. A dose efectiva colectiva variou entre 0,18 e 0,26 man.Sv.

Outras aplicações industriais (5.4.4). O número de trabalhadores monitorizados e expostos tem aumentado consideravelmente no período de 2000 a 2006, respectivamente para 1.050 e 340. As distribuições de dose dos trabalhadores expostos apresentam a 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 aumentou de 35 para 71%, enquanto que no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv decresceu de 56 para 27%. O número de trabalhadores no terceiro intervalo $6 < E \leq 15$ mSv decresceu também de 6 para 2%. Neste período, e exceptuando o ano de 2005 registou-se em cada ano um trabalhador com dose efectiva anual superior a 20 mSv. Também exceptuando o ano de 2006, não se registaram doses anuais superiores a 50 mSv neste período. 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. A dose efectiva colectiva variou entre 0,19 e 0,50 man.Sv.

Irradiação industrial (5.4.5). O número de trabalhadores monitorizados e expostos é relativamente baixo, no entanto têm aumentado no período de 2000 a 2006, respectivamente para 37 e cerca de 7. Dado o reduzido número de trabalhadores, as distribuições de dose têm pouco significado, não se tendo registado doses efectivas anuais superiores a 6 mSv no período em estudo. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi inferior a 0,3 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,4 e 0,6 mSv. A dose efectiva colectiva foi inferior a 0,01 man.Sv.

Electromedicina (5.4.6). No período 2000 a 2006, o número de trabalhadores monitorizados e expostos tem aumentado gradualmente para cerca de 180 e 40, respectivamente. A distribuição de doses dos trabalhadores expostos apresenta um maior número nos dois primeiros intervalos de dose efectiva. Exceptuando os anos de 2000 e 2001, nos anos seguintes o número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv aumentou de 46 para 89%, enquanto que no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv diminuiu de 50 para 11%. Nos três primeiros anos registou-se um número inferior a 4% no terceiro intervalo de dose. No ano 2000 registou-se um trabalhador com dose efectiva anual superior a 20 mSv, e no ano 2005 outro com dose superior a 50 mSv. 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 0,8 mSv. A dose efectiva colectiva variou entre 0,03 e 0,12 man.Sv.

Transporte de material radioactivo (5.4.7). Neste grupo há um número muito reduzido de trabalhadores, cerca de quatro tendo todos recebido dose no período de 2003 a 2006. Os valores das doses situam-se no intervalo $1 < E \leq 6$ mSv e $6 < E \leq 15$ mSv, embora em 2005 se tivesse registado um valor de dose entre $15 < E \leq 20$ mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados e para os trabalhadores expostos variou, em ambos os casos, entre 4,0 e 8,6 mSv. A dose efectiva colectiva variou entre 0,02 e 0,03 man.Sv.

5.6 Dose efectiva média na Indústria

5.6.1 Trabalhadores monitorizados

Na Figura 5.35 apresenta-se a dose efectiva média para trabalhadores monitorizados devido a cada uma das actividades 5.4.1 a 5.4.7 do sector da Indústria, no período 2000 a 2006. De uma maneira geral, os valores mais elevados provêm das actividades *Radiografia industrial em estaleiro* e *Radiografia industrial genérica*. Às restantes actividades correspondem valores inferiores a 1 mSv no período estudado.

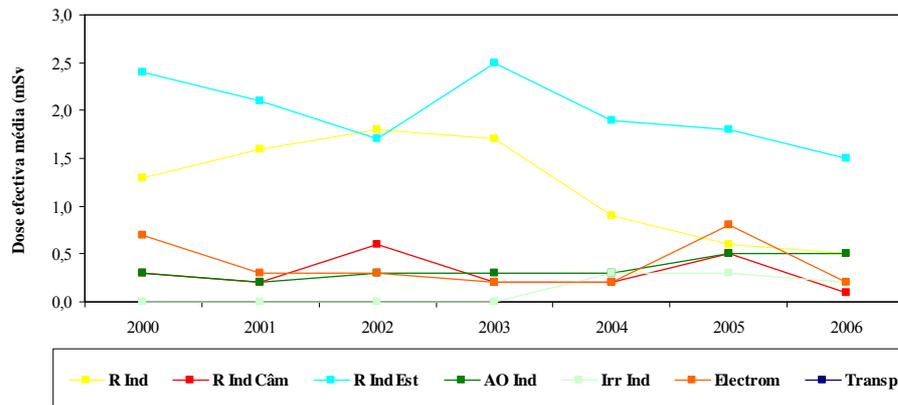


Figura 5.35 – Dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados em cada actividade no sector da Indústria, no período 2000 a 2006.

5.6.2 Trabalhadores expostos

Na Figura 5.36 apresenta-se a dose efectiva média para trabalhadores expostos devido a cada uma das actividades 5.4.1 a 5.4.7 do sector da Indústria, no período 2000 a 2006. A actividade *Transporte de material radioactivo* corresponde à dose média mais elevada. Relativamente às actividades *Radiografia industrial genérica* e *Radiografia industrial em estaleiro*, verifica-se um decréscimo global da dose média para os trabalhadores destas actividades no intervalo 2000 a 2006. Nos últimos anos, a partir de 2003, os trabalhadores expostos das restantes actividades receberam doses médias inferiores a 3 mSv por ano. Observa-se também um ligeiro crescimento da dose média na *Electromedicina*, bem como na actividade genérica *Outras aplicações industriais*.

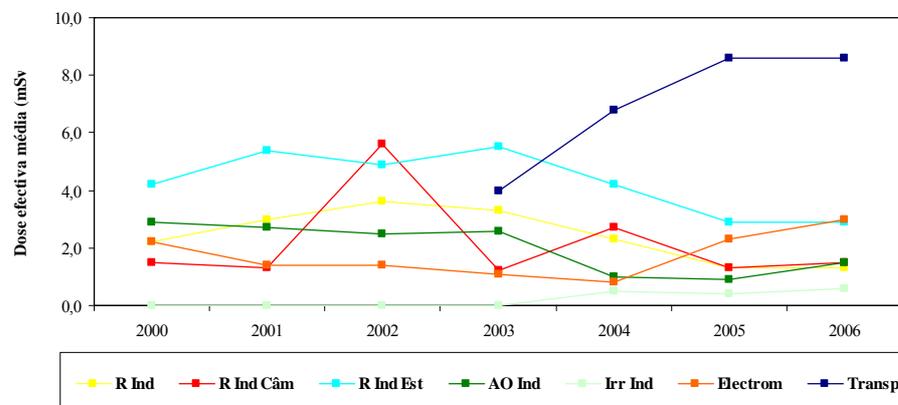


Figura 5.36 – Dose efectiva média para os trabalhadores expostos em cada actividade no sector da Indústria, no período 2000 a 2006.

5.7 Contribuição para a dose efectiva colectiva

Na Figura 5.37 apresentam-se as contribuições para a dose efectiva colectiva total para o sector da Indústria (Tabela 5.5) devido a cada uma das actividades 5.4.1 a 5.4.7, no período 2000 a 2006. Observa-se que o grupo genérico *Outras actividades industriais* constitui a componente principal da dose efectiva colectiva, dado que cerca de dois terços dos trabalhadores monitorizados estão agrupados neste sector, até ao momento pouco diferenciado. As outras duas actividades principais são a *Radiografia industrial em estaleiro* a *Radiografia industrial genérica*. No período 2000 a 2006, a primeira apresentou uma contribuição decrescente de 37 para 23%, acompanhada da segunda no período 2002 a 2006 (30 para 10%). A contribuição da *Electromedicina* para a dose efectiva no período 2000 a 2006, parece decrescer para os 4%, apesar do resultado observado no ano 2005.

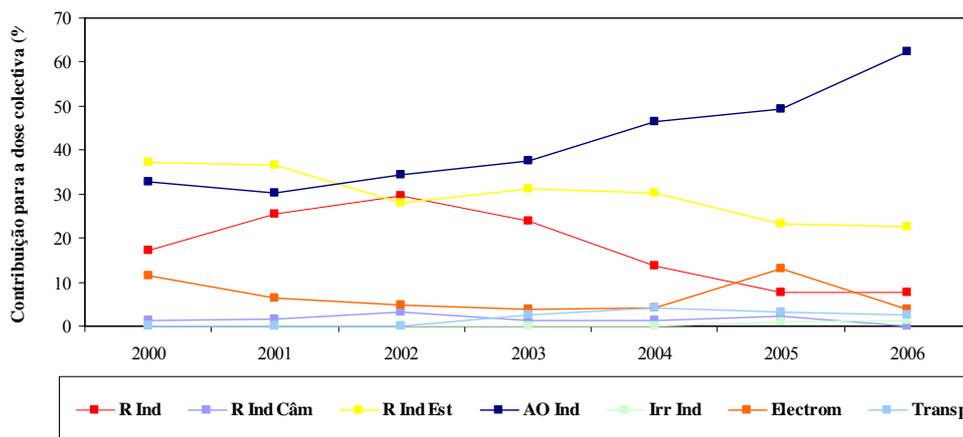


Figura 5.37 – Contribuição percentual de cada actividade para a dose efectiva colectiva do sector da Indústria, no período 2000 a 2006.

6 Exposição ocupacional na Investigação

Neste Capítulo apresentam-se os resultados relativos ao Sector da Investigação (INV) com o código de cores verde. No início do Capítulo, apresentam-se os dados gerais do Sector, mostrados no Capítulo 4, conjuntamente com cada um dos outros três sectores. A partir da secção 6.4 apresentam-se o mesmo tipo de indicadores, organizados por tipo de instalação conforme a informação obtida no questionário enviado às empresas prestadoras de serviços de dosimetria. O questionário pretende reunir um conjunto de informações detalhadas que permitam caracterizar em termos individuais vários parâmetros como as actividades desenvolvidas, a profissão dos indivíduos monitorizados, respectiva classificação, etc. No entanto, nem sempre todo este tipo de informação é facultado às empresas controladoras pelas instalações, não permitindo do mesmo modo, outro tipo de estudos mais pormenorizados. Pelas razões expostas, 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 todos os indivíduos que lhe estão afectos. Na secção 6.5 e 6.6 faz-se um resumo dos parâmetros determinados para cada actividade e na secção 6.7 apresenta-se a contribuição de cada actividade para a dose colectiva neste sector. Os resultados apresentados na secção 6.7 permitem interpretar os valores apresentados na secção 6.3 e na secção 4.8.

6.1 Trabalhadores monitorizados

Os números totais de instalações controladas, trabalhadores monitorizados e expostos, assim como as respectivas percentagens dos trabalhadores expostos no período de 2000 a 2006, que desenvolveram a sua actividade no sector da investigação (INV) encontram-se representados na Tabela 6.1

Tabela 6.1 – Número de instalações controladas, de trabalhadores monitorizados e expostos e percentagens de trabalhadores expostos na Investigação, no período 2000 a 2006.

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Instalações		54	52	50	53	54	31	41
Trabalhadores	Monitorizados	555	543	565	582	591	363	411
	Expostos	34	9	33	42	62	81	82
	Expostos (%)	6,1	1,7	5,8	7,2	10,5	22,3	20,0

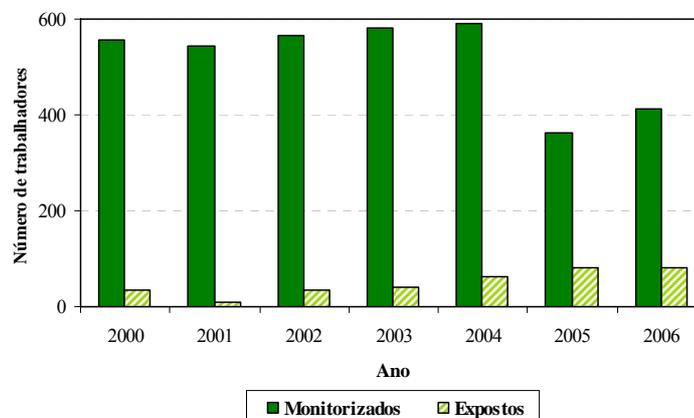


Figura 6.1 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos na Investigação, no período 2000 a 2006.

Neste sector, o número de instalações controladas e de trabalhadores monitorizados manteve-se estável no período 2000 a 2004, apresentando um decréscimo nos anos 2005 e 2006. No entanto, o número de trabalhadores expostos ($E > 0,1$ mSv) aumentou ao longo dos anos de 2000 até 2006, particularmente nos anos 2004 e 2005 nos quais se notou um aumento significativo do número destes trabalhadores, como documentado na Tabela 6.1 e Figura 6.1. Como se pode observar na Tabela 6.1, as percentagens de trabalhadores expostos variaram entre 6 e 11% de 2000 a 2004 (com 2% em 2001), aumentando para valores da ordem de 20% em 2005 e 2006.

6.2 Intervalos de dose efectiva

Na Tabela 6.2 apresentam-se as distribuições dos números de trabalhadores monitorizados no período 2000 a 2006, pertencentes ao sector da Investigação, por intervalos de dose efectiva anual. Os intervalos de dose considerados foram: $E \leq 0,1$; $0,1 < E \leq 0,2$; $0,2 < E \leq 0,5$; $0,5 < E \leq 1$; $1 < E \leq 2$; $2 < E \leq 6$; $6 < E \leq 10$; $10 < E \leq 15$; $15 < E \leq 20$; $20 < E \leq 50$ e $E \geq 50$ (mSv). Na primeira linha da Tabela 6.2 representa-se o número de trabalhadores com dose efectiva anual inferior ao valor mínimo de registo (diferença entre o número de trabalhadores monitorizados e expostos) e a respectiva percentagem relativamente ao número total (ver Tabela 6.1). Nas linhas seguintes os números e respectivas percentagens correspondem aos trabalhadores expostos. Na Figura 6.2 apresentam-se as distribuições dos trabalhadores expostos por intervalos de dose efectiva.

Tabela 6.2 – Distribuição do número total de trabalhadores monitorizados na Investigação por intervalos de dose efectiva anual expressos em mSv, no período 2000 a 2006 (N°); respectivas percentagens (%). A primeira linha corresponde à diferença entre monitorizados e expostos, enquanto que nas restantes as percentagens correspondem aos trabalhadores expostos.

Intervalos de dose	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	N°	%												
$E \leq 0,1$	521	93,9	534	98,3	532	94,2	540	92,8	529	89,5	282	77,7	329	80,0
$0,1 < E \leq 0,2$	2	22,2	2	22,2	3	9,1	6	14,3	15	24,2	26	32,1	40	48,8
$0,2 < E \leq 0,5$	11	44,4	4	44,4	9	27,3	24	57,1	20	32,3	41	50,6	25	30,5
$0,5 < E \leq 1$	16	11,1	1	11,1	16	48,5	10	23,8	13	21,0	10	12,3	11	13,4
$1 < E \leq 2$	4	22,2	2	22,2	4	12,1	2	4,8	14	22,6	3	3,7	5	6,1
$2 < E \leq 6$	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,2	1	1,2
$6 < E \leq 10$	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
$10 < E \leq 15$	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
$15 < E \leq 20$	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
$20 < E \leq 50$	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
$E \geq 50$	0	0,0	0	0,0	1	3,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

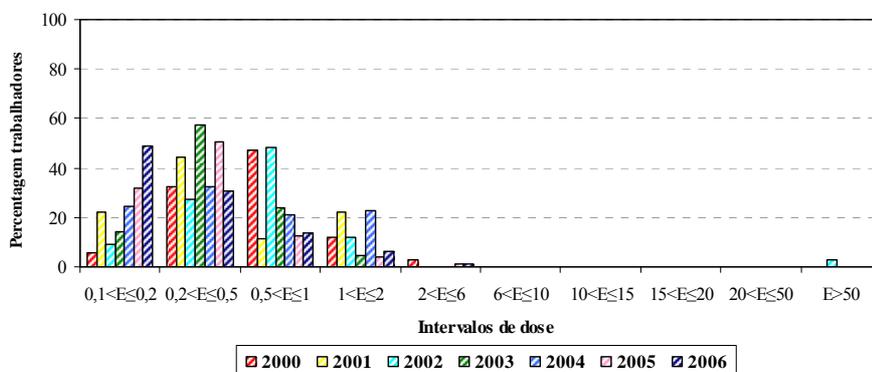


Figura 6.2 – Percentagem de trabalhadores expostos por intervalos de dose efectiva, na investigação, no período 2000 a 2006.

Tal como no Capítulo 4, determinou-se também a distribuição do número de trabalhadores expostos na investigação por um menor número de 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 Tabela 6.3 e na Figura 6.3 apresentam-se as distribuições obtidas.

Tabela 6.3 – Distribuição do número total de trabalhadores expostos na Investigação agrupados em seis intervalos de dose efectiva anual expresso em mSv no período 2000 a 2006 (Nº); respectivas percentagens (%).

Intervalos de dose	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Nº	%												
$0,1 < E \leq 1$	29	85,3	7	77,8	28	84,8	40	95,2	48	77,4	77	95,1	76	92,7
$1 < E \leq 6$	5	14,7	2	22,2	4	12,1	2	4,8	14	22,6	4	4,9	6	7,3
$6 < E \leq 15$	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
$15 < E \leq 20$	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
$20 < E \leq 50$	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
$E \geq 50$	0	0,0	0	0,0	1	3,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Como se pode verificar na Tabela 6.3 e na Figura 6.3, no período de 2000 a 2006, a grande maioria dos trabalhadores expostos (cerca de 77 a 95%) receberam uma dose efectiva anual no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv. Em 2003, 2005 e 2006 registaram-se percentagens neste intervalo superiores a 93%. O número de trabalhadores expostos com dose efectiva anual no intervalo seguinte de $1 < E \leq 6$ mSv variou entre 2 e 14, com predominância em 4 a 5 trabalhadores. Da análise da Figura 6.2, observa-se que a dose anual neste sector não excede 2 mSv com maior predominância no intervalo $0,2 < E \leq 0,5$ mSv. No ano 2002 registou-se um trabalhador com um valor de dose efectiva anual superior a 50 mSv. Da análise da Tabela 6.3 tratou-se de uma situação extraordinária que não se repetiu no período em estudo, já que não se registaram doses anuais superiores a 6 mSv neste sector.

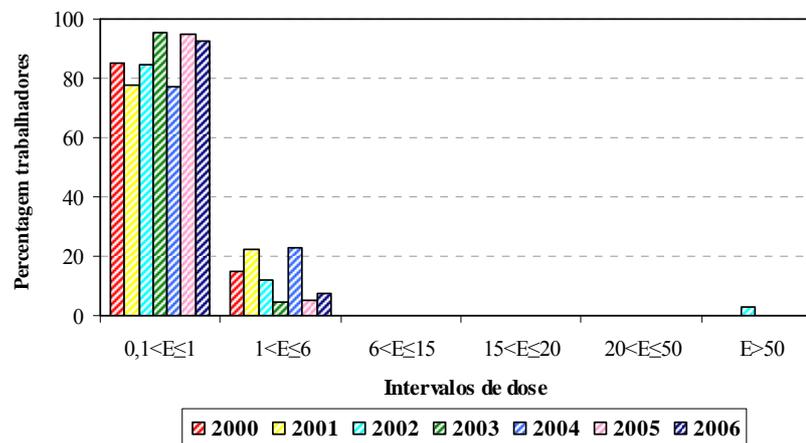


Figura 6.3 – Percentagem de trabalhadores expostos na Investigação, agrupados em seis intervalos de dose efectiva, no período 2000 a 2006.

6.3 Dose efectiva média e Dose efectiva colectiva

Na Tabela 6. e na Figura 6.4 apresenta-se a dose efectiva média no sector da Investigação para os trabalhadores monitorizados e expostos no período de 2000 a 2006.

Tabela 6.4 – Dose efectiva média (mSv) para trabalhadores monitorizados e expostos na Investigação, no período de 2000 a 2006.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
Expostos	0,7	0,6	2,2	0,4	0,6	0,4	0,4

Como se pode observar na Tabela 6. e na Figura 6.4, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados mantém um comportamento estável. Relativamente aos trabalhadores expostos e exceptuando o ano de 2002 a dose efectiva média variou entre 0,7 e 0,4 mSv.

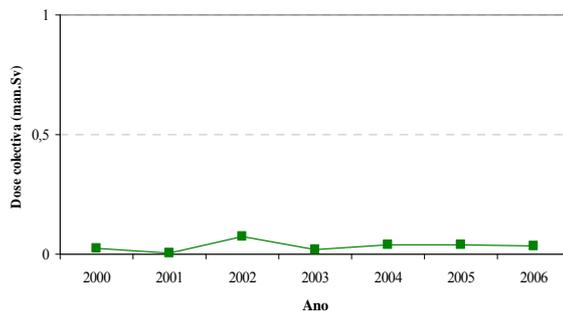
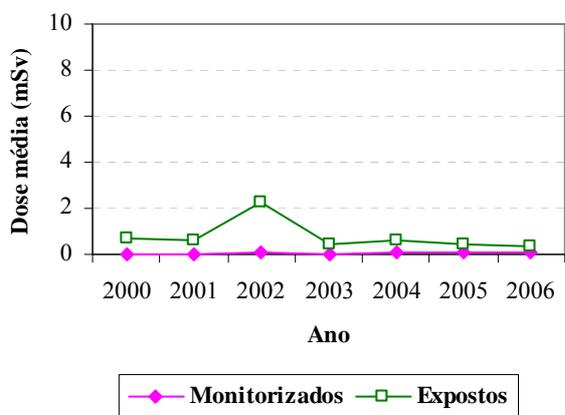


Figura 6.4 – Dose efectiva média (mSv) dos trabalhadores monitorizados e expostos, na Investigação, no período 2000 a 2006.

Figura 6.5 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados na Investigação, no período 2000 a 2006.

Na Tabela 6.5 e Figura 6.5 apresentam-se os valores da dose efectiva colectiva (man.Sv) dos trabalhadores monitorizados na Investigação, no período 2000 a 2006.

Tabela 6.5 – Dose efectiva colectiva (man.Sv) dos trabalhadores monitorizados, na Investigação, no período 2000 a 2006.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Dose efectiva colectiva	0,02	0,01	0,07	0,02	0,04	0,04	0,03

A dose efectiva colectiva no sector da Investigação varia entre 0,01 e 0,04 man.Sv, tendo-se registado um valor anormalmente mais elevado no ano 2002 devido à situação pontual atrás referida.

6.4 Instalações no sector da Investigação

De acordo com a lista de códigos ESOREX (Tabela 2.2), identificaram-se no sector da Investigação três grupos instalações, designadamente, *Investigação*, *Ensino superior e Investigação nuclear*. Seguidamente, apresentam-se os números de trabalhadores monitorizados e expostos, as respectivas distribuições por intervalos de dose efectiva anual, as percentagens, as doses efectivas médias e as doses efectivas colectivas para cada um dos grupos de instalações identificados.

Tabela 6.6 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos no sector INV (cima); tipo de instalações no sector, respectivo número de trabalhadores expostos e respectiva percentagem no universo dos trabalhadores expostos (%), no período de 2000 a 2006.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Total Monitorizados	555	543	565	582	591	363	411
Total Expostos	34	9	33	42	62	81	82
Tipo de Instalações							
Investigação	11 (32,4)	4 (44,4)	21 (63,6)	27 (64,3)	50 (80,6)	57 (70,4)	50 (61,0)
Ensino superior	4 (11,8)	1 (11,1)	5 (15,2)	2 (4,8)	5 (8,1)	4 (4,9)	7 (8,5)
Investigação nuclear	19 (55,9)	4 (44,4)	7 (21,2)	13 (31,0)	7 (11,3)	20 (24,7)	25 (30,5)

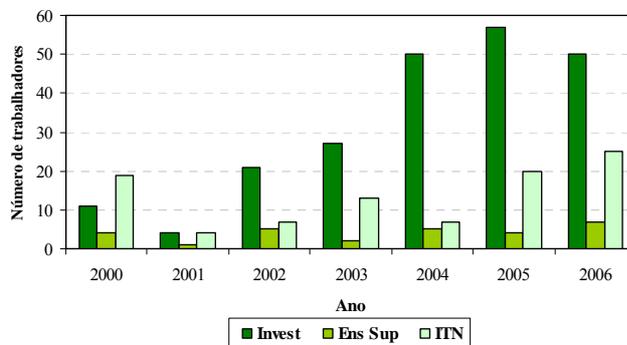


Figura 6.6.a – INV: Número de trabalhadores expostos em cada prática, na investigação

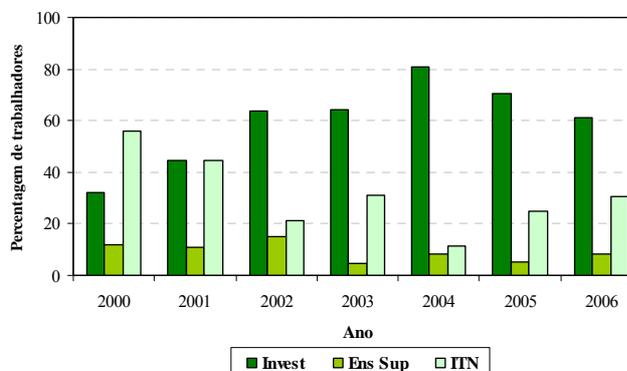


Figura 6.6.b – INV: Importância relativa de cada prática no universo de trabalhadores expostos, na investigação.

6.4.1 Investigação

6.4.1.1 Investigação. Trabalhadores monitorizados e expostos

Tabela 6.7 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos e percentagens de trabalhadores expostos, em instalações de investigação.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	151	152	164	206	227	155	202
Expostos	11	4	21	27	50	57	50
Expostos (%)	7,3	2,6	12,8	13,1	22,0	36,8	24,8

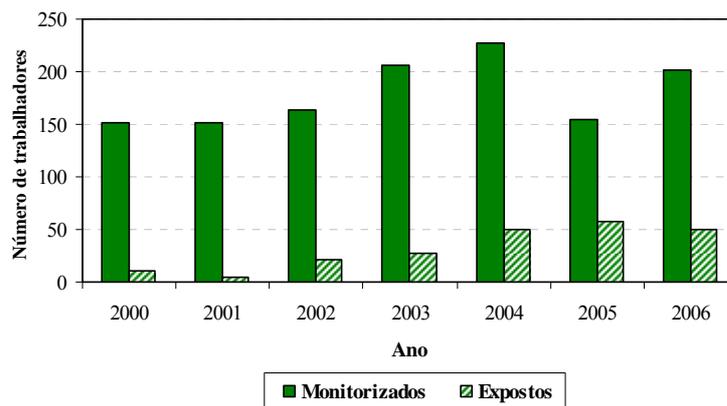


Figura 6.7 – Número de trabalhadores expostos, em instalações de investigação.

6.4.1.2 Investigação. Intervalos de dose efectiva

Tabela 6.8 – Número e respectivas percentagens de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em instalações de investigação.

Intervalos de dose	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0,1<E≤1	11	100,0	4	100,0	19	90,5	26	96,3	39	78,0	55	96,5	46	92,0
1<E≤6	0	0,0	0	0,0	2	9,5	1	3,7	11	22,0	2	3,5	4	8,0
6<E≤15	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
15<E≤20	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
20<E≤50	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
E≥50	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

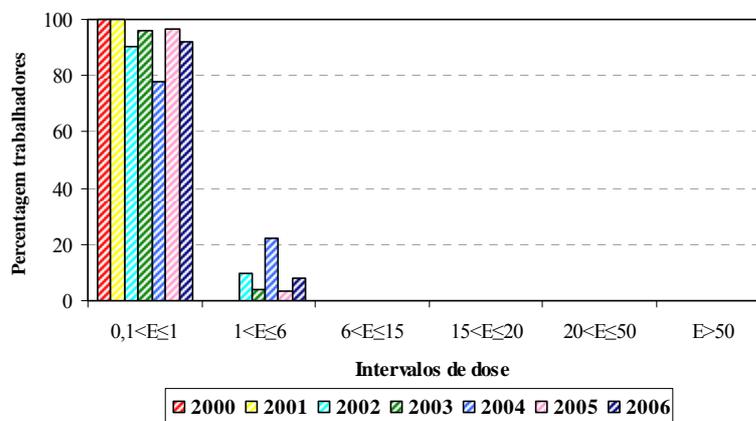


Figura 6.8 – Percentagem de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em instalações de investigação.

6.4.1.3 Investigação. Dose efectiva média e Dose efectiva colectiva

Tabela 6.9 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos (mSv), em instalações de investigação.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	0,0	0,0	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1
Expostos	0,5	0,3	0,6	0,4	0,6	0,4	0,4

Tabela 6.10 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados (man.Sv), em instalações de investigação.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Dose efectiva colectiva	0,01	0,00	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02

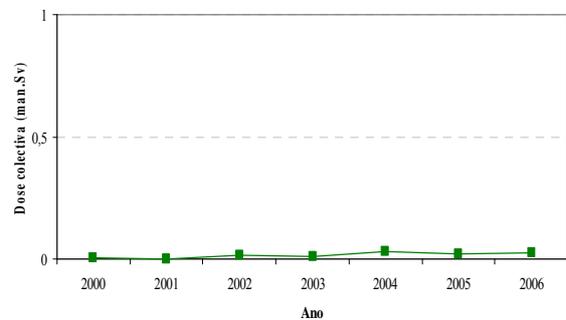
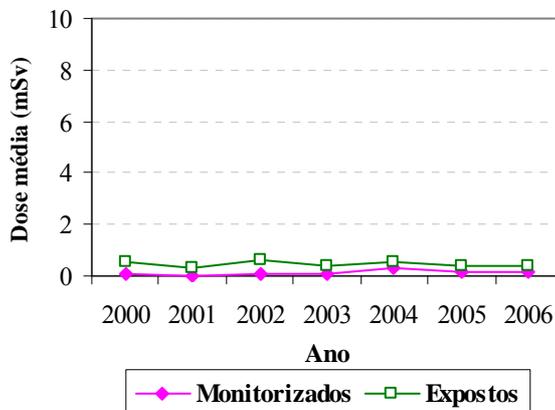


Figura 6.9 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos, em instalações de investigação.

Figura 6.10 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados, em instalações de investigação.

6.4.2 Ensino superior

6.4.2.1 Ensino superior. Trabalhadores monitorizados e expostos

Tabela 6.11 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos e percentagens de trabalhadores expostos, em instalações de ensino superior.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	76	85	84	85	89	45	38
Expostos	4	1	5	2	5	4	7
Expostos (%)	5,3	1,2	6,0	2,4	5,6	8,9	18,4

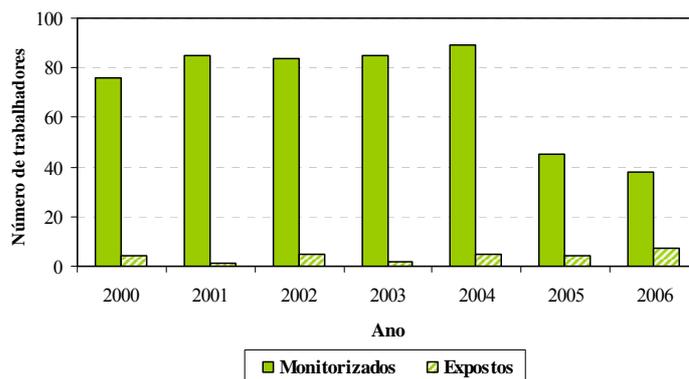


Figura 6.11 – Número de trabalhadores expostos, em instalações de ensino superior.

6.4.2.2 Ensino superior. Intervalos de dose efectiva

Tabela 6.12 – Número e respectivas percentagens de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em instalações de ensino superior.

Intervalos de dose	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0,1<E≤1	3	75,0	0	0,0	4	80,0	1	50,0	3	60,0	3	75,0	7	100,0
1<E≤6	1	25,0	1	100,0	1	20,0	1	50,0	2	40,0	1	25,0	0	0,0
6<E≤15	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
15<E≤20	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
20<E≤50	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
E≥50	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

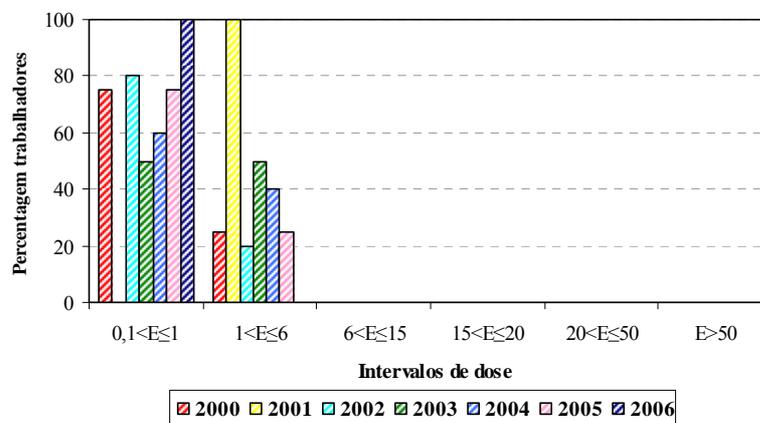


Figura 6.12 – Percentagem de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em instalações de ensino superior.

6.4.2.3 Ensino superior. Dose efectiva média e Dose efectiva colectiva

Tabela 6.13 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos (mSv), em instalações de ensino superior.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
Expostos	0,7	1,2	0,7	1,2	1,0	0,8	0,3

Tabela 6.14 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados (man.Sv), em instalações de ensino superior.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Dose efectiva colectiva	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00

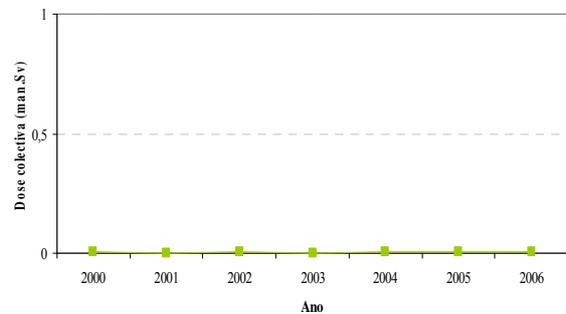
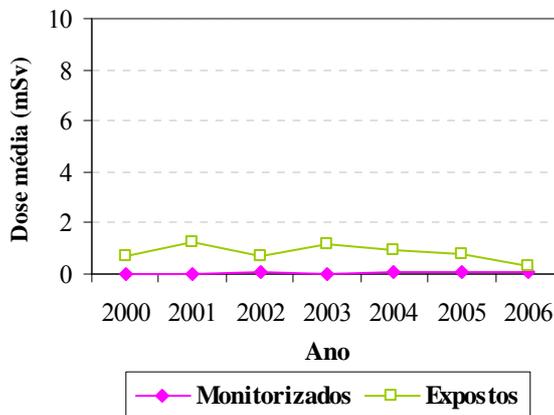


Figura 6.13 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos, em instalações de ensino superior.

Figura 6.14 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados, em instalações de ensino superior.

6.4.3 Investigação nuclear

6.4.3.1 Investigação nuclear. Trabalhadores monitorizados e expostos

Tabela 6.15 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos e percentagens de trabalhadores expostos, em instalações de investigação nuclear.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	328	306	317	291	275	163	171
Expostos	19	4	7	13	7	20	25
Expostos (%)	5,8	1,3	2,2	4,5	2,5	12,3	14,6

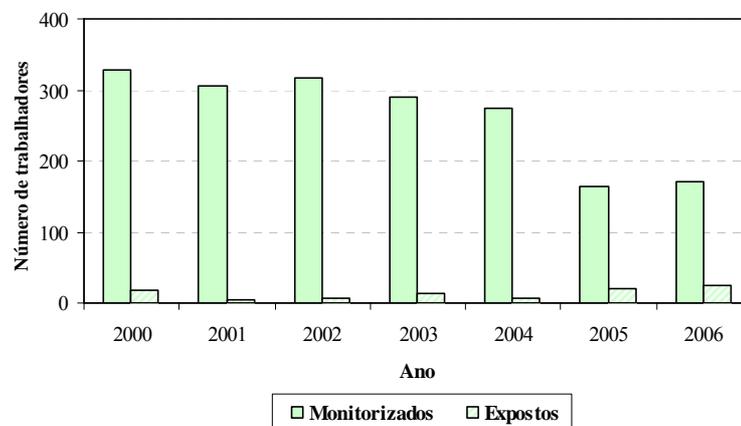


Figura 6.15 – Número de trabalhadores expostos, em instalações de investigação nuclear.

6.4.3.2 Investigação nuclear. Intervalos de dose efectiva

Tabela 6.16 – Número e respectivas percentagens de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em instalações de investigação nuclear.

Intervalos de dose	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0,1<E≤1	15	78,9	3	75,0	5	71,4	13	100,0	6	85,7	19	95,0	23	92,0
1<E≤6	4	21,1	1	25,0	1	14,3	0	0,0	1	14,3	1	5,0	2	8,0
6<E≤15	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
15<E≤20	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
20<E≤50	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
E≥50	0	0,0	0	0,0	1	14,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

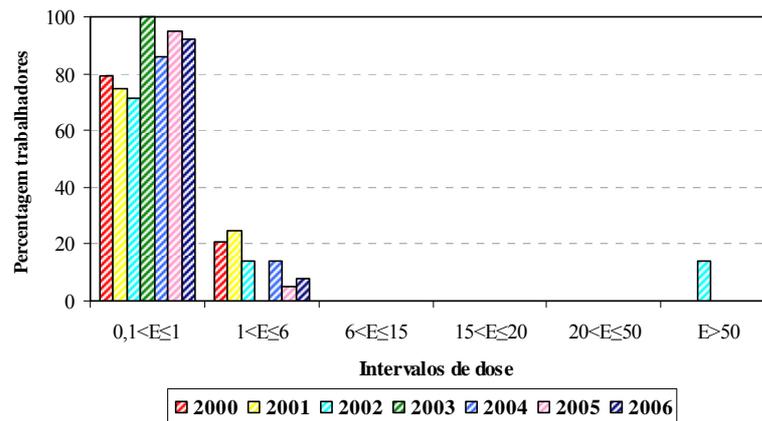


Figura 6.16 – Percentagem de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em instalações de investigação nuclear.

6.4.3.3 Investigação nuclear. Dose efectiva média e Dose efectiva colectiva

Tabela 6.17 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos (mSv), em instalações de investigação nuclear.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1
Expostos	0,7	0,7	8,1	0,3	0,5	0,6	0,3

Tabela 6.18 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados (man.Sv), em instalações de investigação nuclear.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Dose efectiva colectiva	0,01	0,00	0,06	0,00	0,00	0,01	0,01

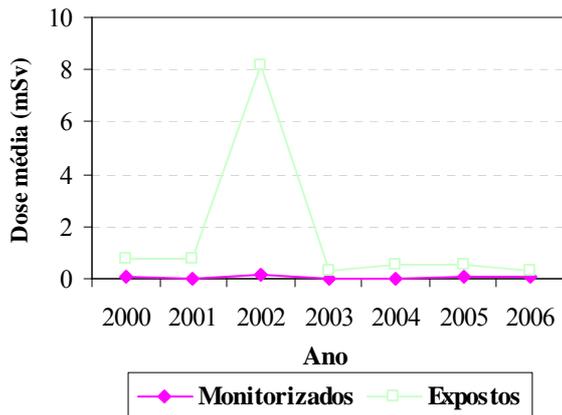


Figura 6.17 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos, em instalações de investigação nuclear.

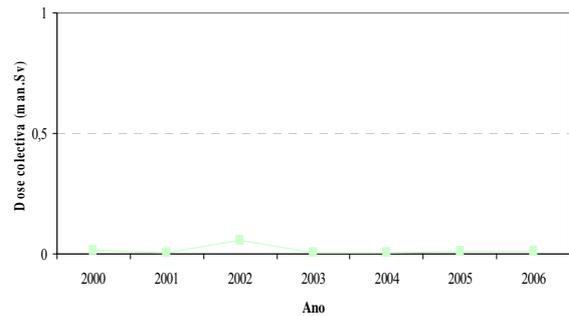


Figura 6.18 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados, em instalações de investigação nuclear.

6.5 Panorama das actividades desenvolvidas no sector da Investigação

À semelhança do que foi feito para o sector industrial, nos parágrafos seguintes resumem-se os principais aspectos identificados com os parâmetros de estudo apresentados na secção anterior, igualmente com o objectivo de proporcionar o panorama das actividades desenvolvidas no Sector da Investigação, agrupando os trabalhadores em função da actividade principal da instalação à qual se encontram afectos.

Investigação (6.4.1). No período de 2000 a 2006, os números de trabalhadores monitorizados e expostos têm sofrido flutuações, tendendo para cerca de 202 e de 50, respectivamente. As distribuições de dose dos trabalhadores expostos apresentam uma concentração elevada no primeiro intervalo de dose efectiva. Excluindo o ano de 2004, o número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv variou entre 90 e 100%, enquanto que no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv variou entre 0 e 10%. Não se registaram valores de dose efectiva anual superior a 6 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi inferior a 0,3 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,3 e 0,6 mSv. A dose efectiva colectiva variou entre 0,01 e 0,03 man.Sv.

Ensino Superior (6.4.2). No período 2000 a 2006, o número de trabalhadores monitorizados tem diminuído, para cerca de 40, tendo o número de trabalhadores expostos variado entre 1 e 7. O número de trabalhadores é bastante reduzido para se poderem interpretar as distribuições de dose. No entanto, as doses mais elevadas são inferiores a 6 mSv. 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. A dose efectiva colectiva foi sempre inferior a 0,01 man.Sv.

Investigação nuclear (6.4.3). No período 2000 a 2006, o número de trabalhadores monitorizados tem vindo progressivamente a diminuir, observando-se um valor de cerca de 170 em 2006, enquanto que o de trabalhadores expostos tem aumentado ligeiramente para cerca de 25 no mesmo ano. As distribuições de dose dos trabalhadores expostos neste sector apresentam novamente uma concentração elevada nos dois primeiros intervalos de dose efectiva. O número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv variou entre 71 e 100%, enquanto que no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv o número de trabalhadores diminuiu para 8%. No período em estudo, registou-se um caso de dose efectiva superior a 50 mSv, em 2002. 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 8,1 mSv. A dose efectiva colectiva manteve-se inferior a 0,06 man.Sv.

6.6 Dose efectiva média na Investigação

6.6.1 Trabalhadores monitorizados

Na Figura 6.19 apresenta-se a dose efectiva média para trabalhadores monitorizados correspondente a cada uma das actividades 6.4.1 a 6.4.3 do sector da Investigação, no período 2000 a 2006. De uma maneira geral e excluindo uma flutuação pontual, as doses efectivas médias são sempre inferiores a 0,2 mSv. De uma maneira geral, observa-se que as curvas estão ordenadas segundo as actividades *Investigação*, *Ensino superior* e *Investigação nuclear (ITN)*.

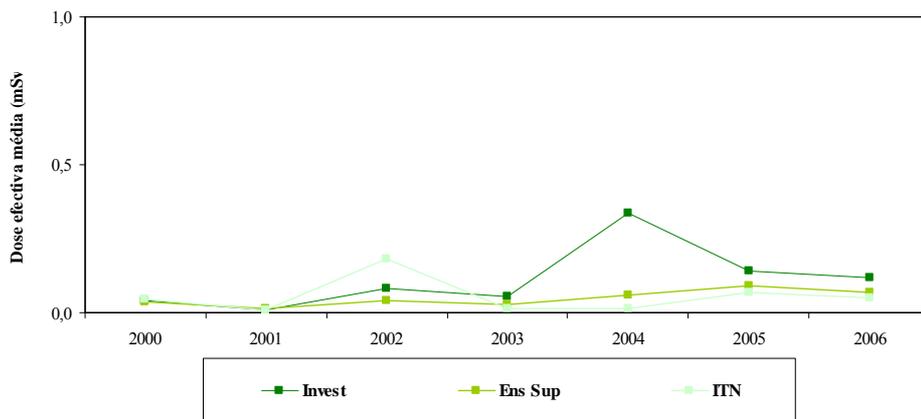


Figura 6.19 – Dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados em cada actividade no sector da Investigação, no período 2000 a 2006.

6.6.2 Trabalhadores expostos

Na Figura 6.20 apresenta-se a dose efectiva média para trabalhadores expostos devido a cada uma das actividades 6.4.1 a 6.4.3 do sector da Investigação, no período 2000 a 2006. Excluindo o ano 2002, no qual se registou um valor anormalmente elevado, de uma maneira geral, as doses médias são sempre inferiores a 1,2 mSv, com predominância para a actividade *Ensino superior*, relativamente à *Investigação* e *Investigação nuclear (ITN)*, estas duas com valores muito próximos entre si.

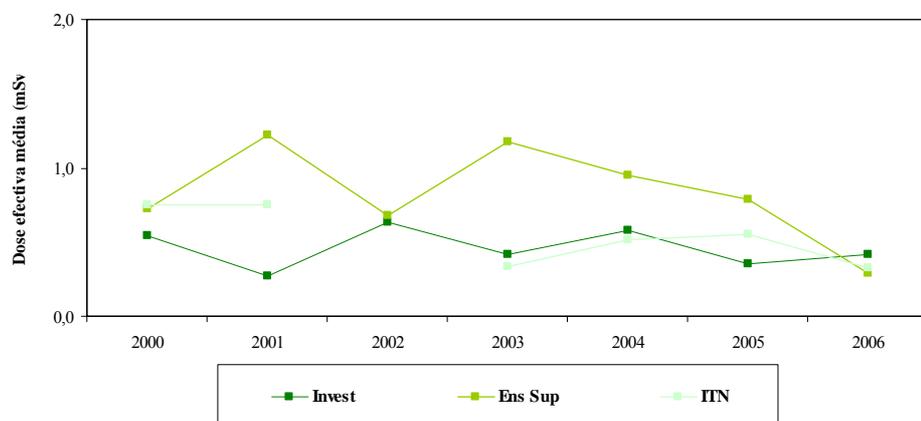


Figura 6.20 – Dose efectiva média para os trabalhadores expostos em cada actividade no sector da Investigação, no período 2000 a 2006.

6.7 Contribuição para a dose efectiva colectiva

Os valores da dose efectiva colectiva neste sector (Tabela 4.23) são muito baixos quando comparados com os valores dos outros sectores, cerca de uma ordem de grandeza. No entanto, procedeu-se ao mesmo tipo de análise apresentando-se na Figura 6.21 as contribuições de cada área de actividade. Observa-se que a actividade *Ensino superior* tem uma tendência estável com uma contribuição inferior a 20% para a dose efectiva colectiva. A contribuição da actividade *Investigação nuclear (ITN)* apresenta uma tendência decrescente, enquanto que a actividade *Investigação genérica* tem uma contribuição inferior a 70%. No entanto, como já foi anteriormente afirmado, os valores absolutos são desprezáveis quando comparados com a dose efectiva colectiva recebida noutros sectores, como por exemplo, na Medicina e na Indústria.

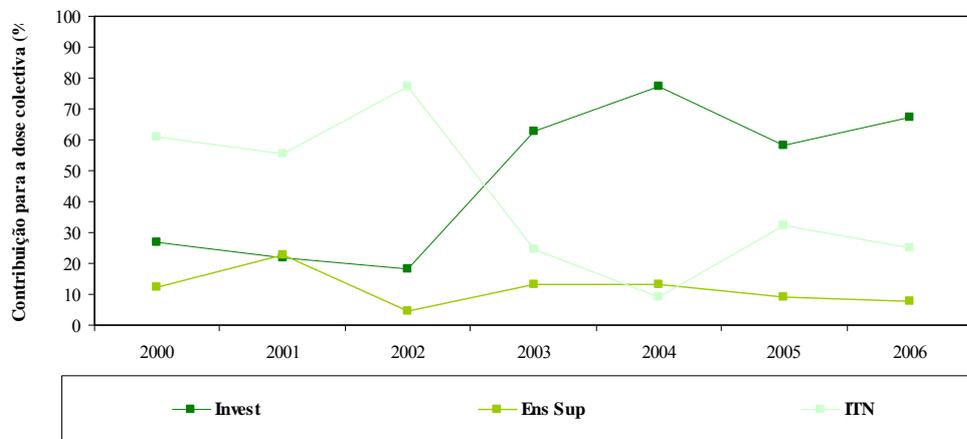


Figura 6.21 – Contribuição percentual de cada actividade para a dose efectiva colectiva do sector da Investigação, no período 2000 a 2006.

7 Exposição ocupacional na Medicina

Neste Capítulo apresentam-se os resultados relativos ao Sector da Medicina (MED) com o código de cores amarelo. No início do Capítulo apresentam-se os dados gerais do Sector, previamente mostrados no Capítulo 4 junto com os outros três sectores. A partir da secção 7.4 apresentam-se o mesmo tipo de indicadores, organizados por tipo de instalação conforme a informação obtida no questionário enviado às empresas prestadoras de serviços de dosimetria. O questionário pretende reunir um conjunto de informações detalhadas que permitam caracterizar em termos individuais vários parâmetros como as actividades desenvolvidas, a profissão dos indivíduos monitorizados, respectiva classificação, etc. No entanto, nem sempre todo este tipo de informação é facultado às empresas pelo que não é possível de momento realizá-la. Pelas razões expostas, 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 todos os indivíduos que lhe estão afectos. Na secção 7.5 e 7.6 faz-se um resumo dos parâmetros determinados para cada actividade e na secção 7.7 apresenta-se a contribuição de cada actividade para a dose colectiva neste sector. Os resultados apresentados na secção 7.7 permitem interpretar os valores apresentados na secção 7.3 e na secção 4.8.

7.1 Trabalhadores monitorizados

Os números totais de instalações controladas, trabalhadores monitorizados e expostos, assim como as respectivas percentagens dos trabalhadores expostos no período de 2000 a 2006, que desenvolveram a sua actividade no sector da Medicina (MED) encontram-se representados na Tabela 7.1.

Tabela 7.1 – Número de instalações controladas, de trabalhadores monitorizados e expostos e percentagens de trabalhadores expostos na Medicina, no período 2000 a 2006.

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Instalações		670	722	789	816	897	824	884
Trabalhadores	Monitorizados	6.684	7.378	7.878	8.246	9.330	9.624	10.351
	Expostos	2.248	1.884	1.973	2.359	3.340	4.052	3.717
	Expostos (%)	33,6	25,5	25,0	28,6	35,8	42,1	35,9

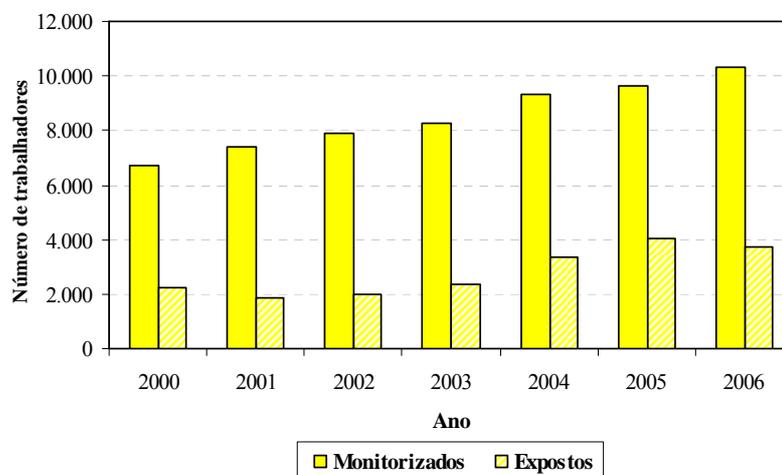


Figura 7.1 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos na Medicina, no período 2000 a 2006.

O número de instalações controladas, bem como de trabalhadores monitorizados aumentou continuamente ao longo dos anos, à excepção de 2005 onde se observou um ligeiro decréscimo do número de instalações. No período 2001 a 2003 o número de trabalhadores expostos variou entre 25 e 29%, no entanto, em 2004, 2005 e 2006 verificou-se um aumento do número deste tipo de trabalhadores. Como se pode observar na Tabela 7.1 e na Figura 7.1, as percentagens de trabalhadores expostos variaram entre 34 e 25% nos 3 primeiros anos, aumentando para valores de 36 e 42%, nos últimos anos.

7.2 Intervalos de dose efectiva

Na Tabela 7.2 apresentam-se as distribuições dos números de trabalhadores monitorizados no período 2000 a 2006, pertencentes ao sector da Medicina, por intervalos de dose efectiva anual. Os intervalos de dose considerados foram: $E \leq 0,1$; $0,1 < E \leq 0,2$; $0,2 < E \leq 0,5$; $0,5 < E \leq 1$; $1 < E \leq 2$; $2 < E \leq 6$; $6 < E \leq 10$; $10 < E \leq 15$; $15 < E \leq 20$; $20 < E \leq 50$ e $E \geq 50$ (mSv). Na primeira linha da Tabela 7.2 representa-se o número de trabalhadores com dose efectiva anual inferior ao valor mínimo de registo (diferença ente o número de trabalhadores monitorizados e expostos) e a respectiva percentagem relativamente ao número total (ver Tabela 7.1). Nas linhas seguintes os números e respectivas percentagens correspondem aos trabalhadores expostos. Na Figura 7.2 apresentam-se as distribuições dos trabalhadores expostos por intervalos de dose efectiva.

Tabela 7.2 – Distribuição do número total de trabalhadores monitorizados na Medicina por intervalos de dose efectiva anual expressos em mSv, no período 2000 a 2006 (Nº); respectivas percentagens (%). A primeira linha corresponde à diferença entre monitorizados e expostos, enquanto que nas restantes as percentagens correspondem aos trabalhadores expostos.

Intervalos de dose	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Nº	%												
$E \leq 0,1$	4.436	5,6	5.494	10,8	5.905	9,0	5.887	10,3	5.990	14,6	5.572	18,0	6.634	20,9
$0,1 < E \leq 0,2$	127	26,4	203	20,9	178	23,1	242	24,6	489	28,8	730	32,6	778	31,5
$0,2 < E \leq 0,5$	594	26,9	394	21,6	456	22,4	580	21,7	961	24,2	1321	23,1	1171	22,6
$0,5 < E \leq 1$	604	16,1	407	19,3	442	18,2	513	18,4	808	16,4	938	13,8	839	13,6
$1 < E \leq 2$	363	16,9	363	18,3	360	18,1	433	17,5	548	11,3	560	9,4	504	8,6
$2 < E \leq 6$	381	3,5	345	5,1	357	4,6	412	3,7	379	2,2	380	1,9	320	1,4
$6 < E \leq 10$	78	1,6	96	2,1	91	2,6	88	1,9	73	1,3	75	0,7	51	0,8
$10 < E \leq 15$	36	1,2	40	0,9	51	0,9	44	1,3	42	0,8	28	0,2	30	0,2
$15 < E \leq 20$	26	1,6	17	0,8	18	0,9	31	0,7	26	0,3	10	0,2	9	0,4
$20 < E \leq 50$	37	0,1	15	0,2	18	0,1	16	0,0	11	0,1	9	0,0	15	0,0
$E \geq 50$	2	66,4	4	74,5	2	75,0	0	71,4	3	64,2	1	57,9	0	64,1

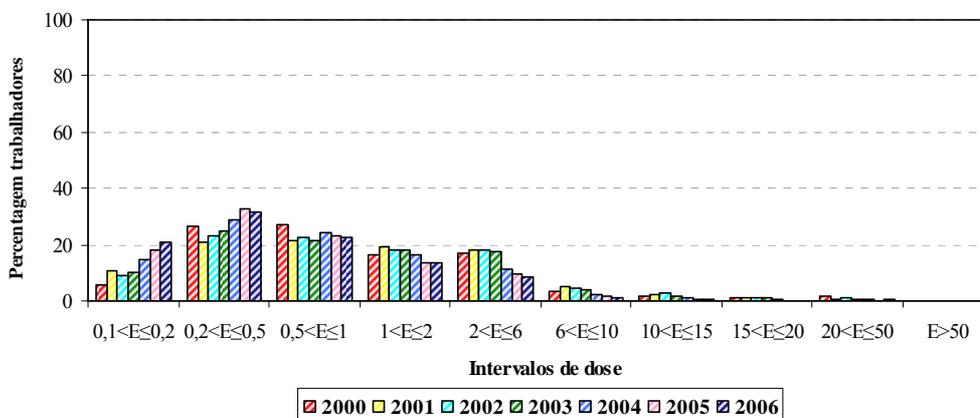


Figura 7.2 – Percentagem de trabalhadores expostos na Medicina, por intervalos de dose efectiva, no período 2000 a 2006.

Tal como no Capítulo 4, determinou-se também a distribuição do número de trabalhadores expostos na Medicina por um menor número de 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 Tabela 7.3 e na Figura 7.3 apresentam-se as distribuições obtidas.

Tabela 7.3 – Distribuição do número total de trabalhadores expostos na Medicina agrupados em seis intervalos de dose efectiva anual expresso em mSv no período 2000 a 2006 (N°); respectivas percentagens (%).

Intervalos de dose	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	N°	%												
$0,1 < E \leq 1$	1.325	60,0	1.004	53,6	1.076	54,9	1.335	57,1	2.258	67,9	2.989	73,7	2.788	75,0
$1 < E \leq 6$	744	33,7	708	37,8	717	36,6	845	36,2	927	27,9	940	23,2	824	22,2
$6 < E \leq 15$	114	5,2	136	7,3	142	7,2	132	5,7	115	3,5	103	2,5	81	2,2
$15 < E \leq 20$	9	0,4	9	0,5	9	0,5	9	0,4	9	0,3	9	0,2	9	0,2
$20 < E \leq 50$	15	0,7	15	0,8	15	0,8	15	0,6	15	0,5	15	0,4	15	0,4
$E \geq 50$	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Como se pode verificar na Tabela 6.3 e na Figura 6.3, no período de 2000 a 2006, cerca de 54 a 75% dos trabalhadores receberam uma dose efectiva anual no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv. Em 2004, 2005 e 2006 as percentagens neste intervalo aumentaram para valores compreendidos entre 68 a 75%. O segundo intervalo com maior número de trabalhadores expostos (cerca de 22 a 38%) é o intervalo $1 < E \leq 6$ mSv. Nos anos 2000 a 2003 as percentagens de trabalhadores expostos foram mais elevadas, enquanto que nos anos 2004 a 2006 as percentagens apresentam um decréscimo de 28 para 22%. Ou seja, verificou-se um decréscimo neste intervalo que é acompanhado pelo aumento do intervalo imediatamente inferior. De acordo com a Tabela 7.2 e a Figura 7.2, observa-se que cerca de 43 a 55% dos trabalhadores expostos recebeu uma dose efectiva anual no intervalo $0,1 < E \leq 0,5$ mSv.

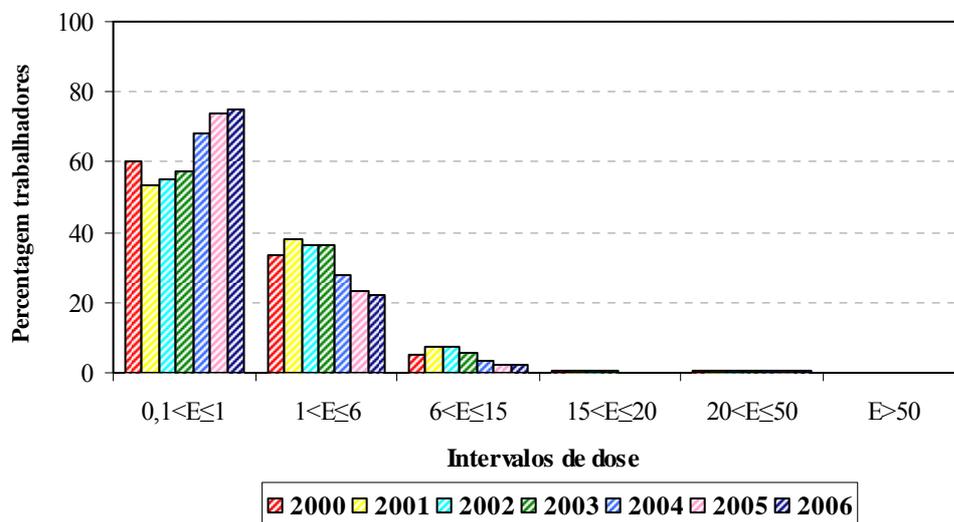


Figura 7.3 – Percentagem de trabalhadores expostos na Medicina, agrupados em seis intervalos de dose efectiva, no período de 2000 a 2006.

No terceiro intervalo de dose efectiva anual de $6 < E \leq 15$ mSv, e no período 2000 a 2003, as percentagens observadas corresponderam a cerca de 5 a 7% dos trabalhadores expostos, enquanto que no período 2004 a 2006, a percentagem decresceu de 3,5 para 2,2%. No entanto, e apesar da diminuição dos valores de dose efectiva anual observados, neste sector as distribuições apresentam sempre uma cauda para valores de dose mais elevados, indicando

que há um número de trabalhadores que recebem doses anuais mais elevadas. Por exemplo, no período de 2000 a 2006 há cerca de 9 trabalhadores no intervalo de dose efectiva $15 < E \leq 20$ mSv e 15 trabalhadores no intervalo seguinte $20 < E \leq 50$ mSv. No entanto, neste período não se registaram doses superiores a 50 mSv neste sector.

7.3 Dose efectiva média e Dose efectiva colectiva

Na Tabela 7.4 e na Figura 7.4 apresenta-se a dose efectiva média no sector da Medicina para os trabalhadores monitorizados e expostos no período de 2000 a 2006.

Tabela 7.4 – Dose efectiva média (mSv) para trabalhadores monitorizados e expostos na Medicina, no período de 2000 a 2006.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4
Expostos	2,3	2,3	2,2	2,0	1,6	1,2	1,1

Como se pode observar na Tabela 7.4 e na Figura 7.4, a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados mantém um comportamento estável. No entanto, relativamente aos trabalhadores expostos nos anos de 2000 a 2002, a dose efectiva média situou-se, aproximadamente, nos 2,3 mSv, observando-se um decréscimo a partir de 2003, para cerca de 1,2 e 1,1 mSv nos anos de 2005 e 2006.

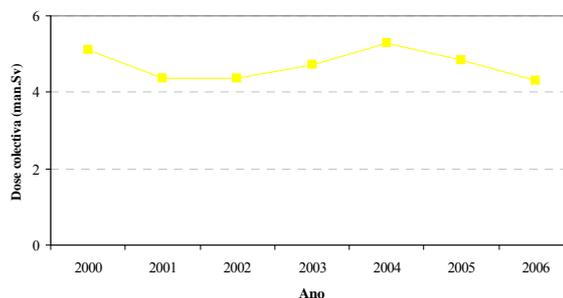
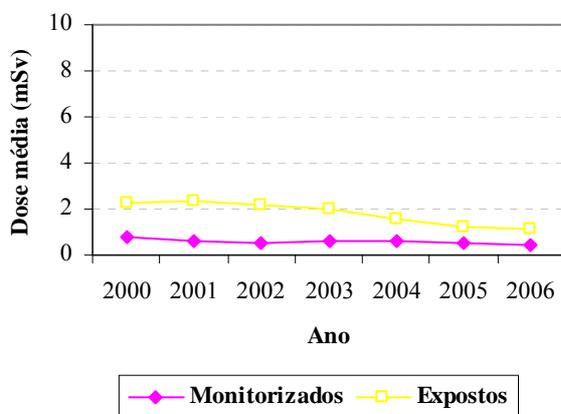


Figura 7.4 – Dose média dos trabalhadores monitorizados e expostos, na medicina.

Figura 7.5 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados, na medicina.

Na Tabela 7.5 e Figura 7.5 apresentam-se os valores da dose efectiva colectiva (man.Sv) dos trabalhadores monitorizados na Medicina no período 2000 a 2006.

Tabela 7.5 – Dose efectiva colectiva (man.Sv) dos trabalhadores monitorizados na Medicina, no período 2000 a 2006.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Dose efectiva colectiva	5,10	4,38	4,36	4,72	5,28	4,85	4,31

No período 2000 a 2006 a dose efectiva colectiva no sector da Medicina variou entre 5,28 e 4,31 man.Sv, não se observando uma tendência de comportamento.

7.4 Instalações no sector da Medicina

De acordo com a lista de códigos da ESOREX (Tabela 2.2), identificaram-se no sector da Medicina dez grupos de instalações, designadamente, *Radiologia convencional*, *Radiologia de intervenção*, *Cardiologia*, *Radiologia cirúrgica*, *Radiologia e terapia hospitalares*, *Radioterapia*, *Medicina Nuclear*, *Medicina Veterinária* e *Outras actividades médicas*. Seguidamente, apresentam-se os números de trabalhadores monitorizados e expostos, as respectivas distribuições por intervalos de dose efectiva anual, as percentagens, as doses efectivas médias e as doses efectivas colectivas para cada um dos grupos de instalações identificados.

Tabela 7.6 – Número total de trabalhadores monitorizados e expostos no sector MED (cima); tipo de instalações no sector, respectivo número de trabalhadores exposto e respectiva percentagem no universo dos trabalhadores expostos (%), no período 2000 a 2006.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Total Monitorizados	6.684	7.378	7.878	8.246	9.330	9.624	10.351
Total Expostos	2.248	1.884	1.973	2.359	3.340	4.052	3.717
Tipo de Instalações							
Radiologia convencional	479 (21,3)	396 (21,0)	369 (18,7)	480 (20,3)	703 (21,0)	854 (21,1)	890 (23,9)
Radiologia de intervenção	124 (5,5)	114 (6,1)	139 (7,0)	213 (9,0)	316 (9,5)	315 (7,8)	320 (8,6)
Cardiologia	104 (4,6)	129 (6,8)	136 (6,9)	153 (6,5)	205 (6,1)	196 (4,8)	224 (6,0)
Radiologia cirúrgica	125 (5,6)	98 (5,2)	96 (4,9)	123 (5,2)	241 (7,2)	377 (9,3)	415 (11,2)
Radiologia e terapia hospitalares	905 (40,3)	673 (35,7)	695 (35,2)	765 (32,4)	1.124 (33,7)	1.446 (35,7)	1.134 (30,5)
Radioterapia	209 (9,3)	172 (9,1)	188 (9,5)	224 (9,5)	299 (9,0)	302 (7,5)	197 (5,3)
Medicina nuclear	220 (9,8)	229 (12,2)	271 (13,7)	304 (12,9)	301 (9,0)	318 (7,8)	337 (9,1)
Medicina dentária	46 (2,0)	39 (2,1)	41 (2,1)	50 (2,1)	82 (2,5)	159 (3,9)	127 (3,4)
Medicina veterinária	1 (0,0)	0 (0,0)	2 (0,1)	7 (0,3)	20 (0,6)	33 (0,8)	51 (1,4)
Outras actividades médicas	35 (1,6)	34 (1,8)	36 (1,8)	40 (1,7)	49 (1,5)	52 (1,3)	22 (0,6)

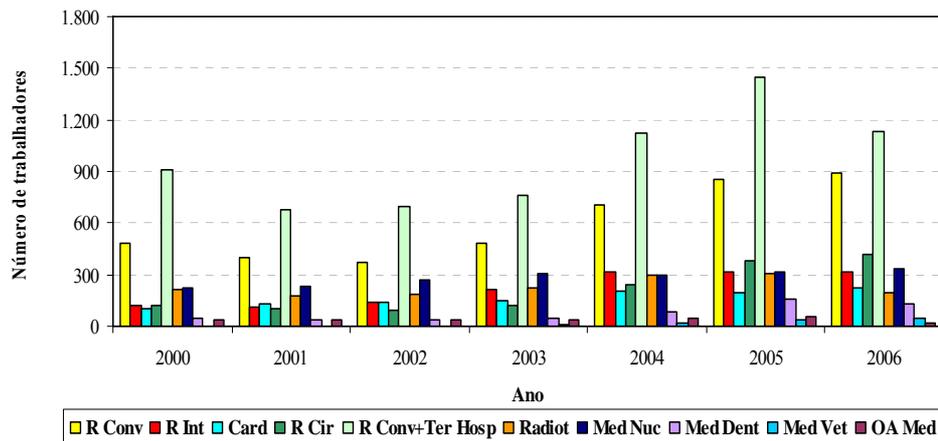


Figura 7.6.a – MED: Número de trabalhadores expostos em cada tipo de instalação no período 2000 a 2006.

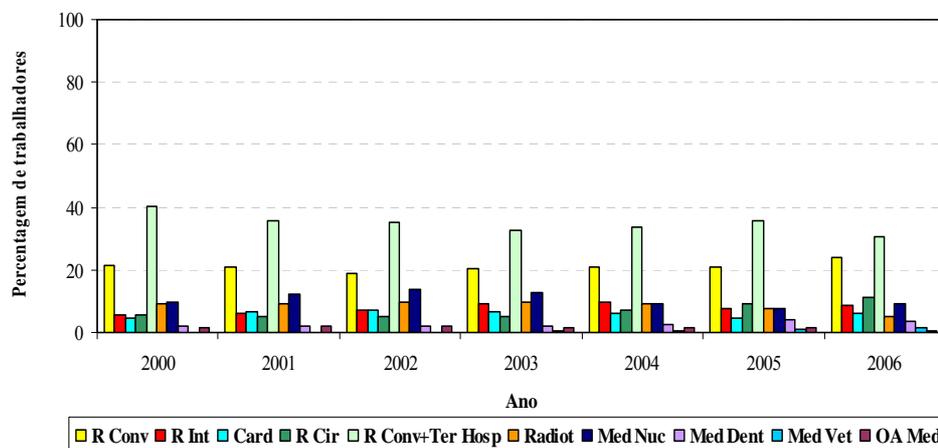


Figura 7.6.b – MED: Importância relativa de cada tipo de instalação em termos da percentagem de trabalhadores expostos.

7.4.1 Radiologia convencional

7.4.1.1 Radiologia convencional. Trabalhadores monitorizados e expostos

Tabela 7.7 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos e percentagens de trabalhadores expostos, em instalações de radiologia convencional.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	1.267	1.420	1.632	1.768	2.022	2.195	2.449
Expostos	479	396	369	480	703	854	890
Expostos (%)	37,8	27,9	22,6	27,1	34,8	38,9	36,3

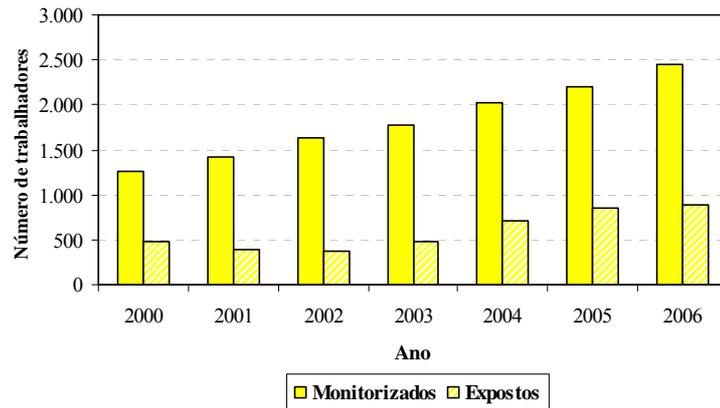


Figura 7.7 – Número de trabalhadores expostos, em instalações de radiologia convencional.

7.4.1.2 Radiologia convencional. Intervalos de dose efectiva

Tabela 7.8 – Número e respectivas percentagens de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em instalações de radiologia convencional.

Intervalos de dose	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Nº	%												
0,1<E≤1	217	45,3	156	39,4	144	39,0	230	47,9	478	68,0	595	69,7	663	74,5
1<E≤6	203	42,4	181	45,7	165	44,7	193	40,2	180	25,6	221	25,9	191	21,5
6<E≤15	41	8,6	38	9,6	45	12,2	42	8,8	32	4,6	31	3,6	26	2,9
15<E≤20	7	1,5	8	2,0	5	1,4	10	2,1	10	1,4	4	0,5	4	0,4
20<E≤50	10	2,1	9	2,3	10	2,7	5	1,0	3	0,4	2	0,2	6	0,7
E≥50	1	0,2	4	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,1	0	0,0

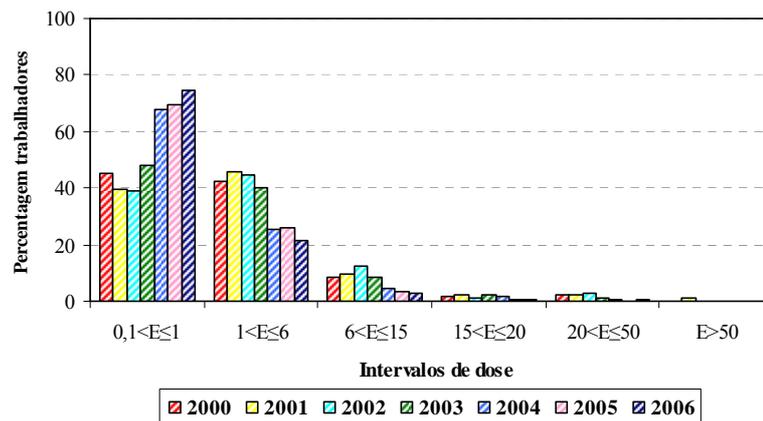


Figura 7.8 – Percentagem de trabalhadores expostos por intervalos de dose, em instalações de radiologia convencional.

7.4.1.3 Radiologia convencional. Dose efectiva média e Dose efectiva colectiva

Tabela 7.9 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos (mSv), em instalações de radiologia convencional.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	1,1	1,1	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5
Expostos	3,0	4,0	3,4	2,7	1,7	1,5	1,3

Tabela 7.10 – Doses efectivas colectivas dos trabalhadores monitorizados (man.Sv), em instalações de radiologia convencional.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Dose efectiva colectiva	1,44	1,58	1,27	1,31	1,19	1,26	1,18

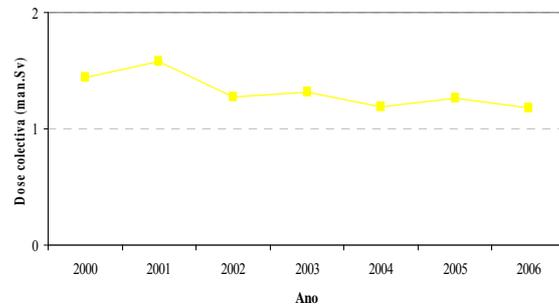
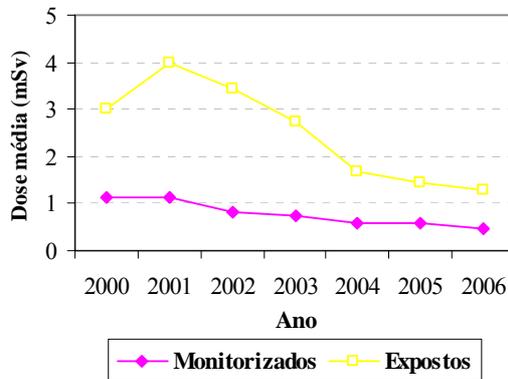


Figura 7.9 – Dose efectiva média dos trabalhadores monitorizados e expostos, em instalações de radiologia convencional.

Figura 7.10 – Doses efectivas colectivas dos trabalhadores monitorizados, em instalações de radiologia convencional.

7.4.2 Radiologia de intervenção

7.4.2.1 Radiologia de intervenção. Trabalhadores monitorizados e expostos

Tabela 7.11 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos e percentagens de trabalhadores expostos, em instalações de radiologia de intervenção.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	523	521	583	606	699	640	760
Expostos	124	114	139	213	316	315	320
Expostos (%)	23,7	21,9	23,8	35,1	45,2	49,2	42,1

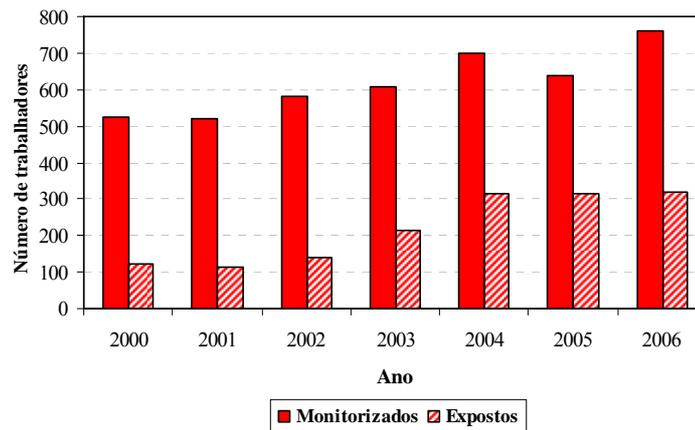


Figura 7.11 – Número de trabalhadores expostos, em instalações de radiologia de intervenção.

7.4.2.2 Radiologia de intervenção. Intervalos de dose efectiva

Tabela 7.12 – Número e respectivas percentagens de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em instalações de radiologia de intervenção.

Intervalos de dose	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Nº	%												
0,1<E≤1	44	35,5	54	47,4	62	44,6	121	56,8	195	61,7	205	65,1	220	68,8
1<E≤6	61	49,2	44	38,6	56	40,3	70	32,9	94	29,7	93	29,5	87	27,2
6<E≤15	9	7,3	12	10,5	15	10,8	12	5,6	22	7,0	14	4,4	8	2,5
15<E≤20	3	2,4	3	2,6	3	2,2	5	2,3	2	0,6	2	0,6	2	0,6
20<E≤50	7	5,6	1	0,9	2	1,4	5	2,3	2	0,6	1	0,3	3	0,9
E≥50	0	0,0	0	0,0	1	0,7	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0

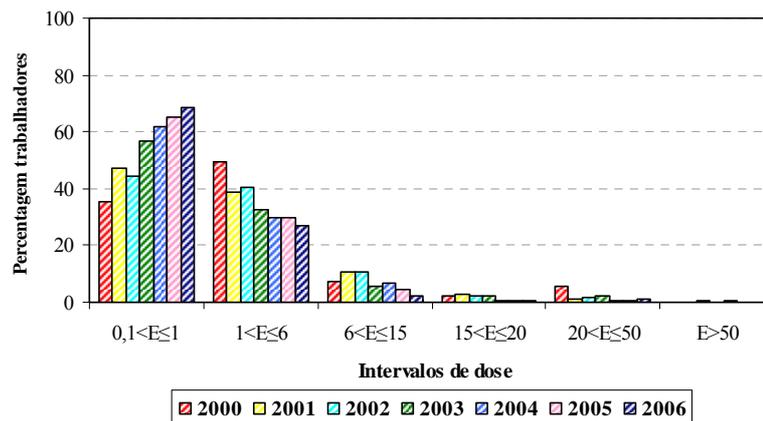


Figura 7.12 – Percentagem de trabalhadores expostos por intervalos, de dose em instalações de radiologia de intervenção.

7.4.2.3 Radiologia de intervenção. Dose efectiva média e Dose efectiva colectiva

Tabela 7.13 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos (mSv), em instalações de radiologia de intervenção.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	1,0	0,6	0,8	0,9	1,1	0,8	0,6
Expostos	4,1	2,9	3,2	2,5	2,4	1,5	1,4

Tabela 7.14 – Doses efectivas colectivas dos trabalhadores monitorizados (man.Sv), em instalações de radiologia de intervenção.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Dose efectiva colectiva	0,51	0,33	0,44	0,54	0,76	0,48	0,46

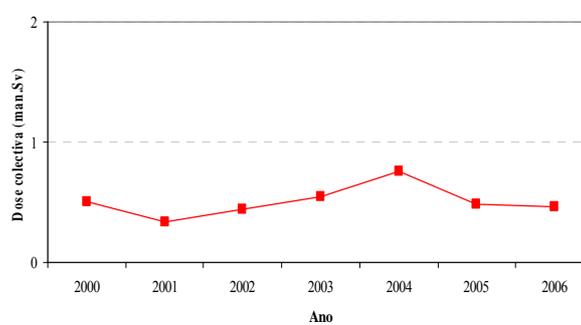
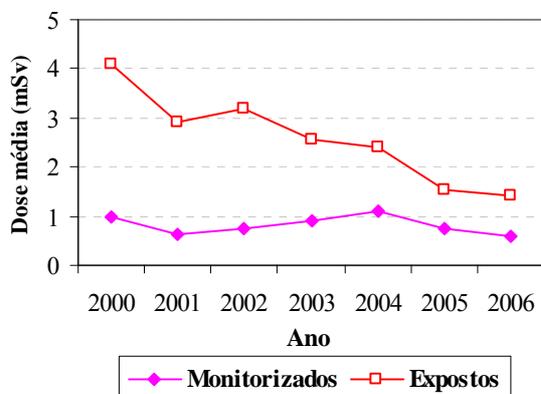


Figura 7.13 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos, em instalações de radiologia de intervenção.

Figura 7.14 – Doses efectivas colectivas dos trabalhadores monitorizados, em instalações de radiologia de intervenção.

7.4.3 Cardiologia

7.4.3.1 Cardiologia. Trabalhadores monitorizados e expostos

Tabela 7.15 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos e percentagens de trabalhadores expostos, em instalações de cardiologia.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	240	313	363	377	452	417	486
Expostos	104	129	136	153	205	196	224
Expostos (%)	43,3	41,2	37,5	40,6	45,4	47,0	46,1

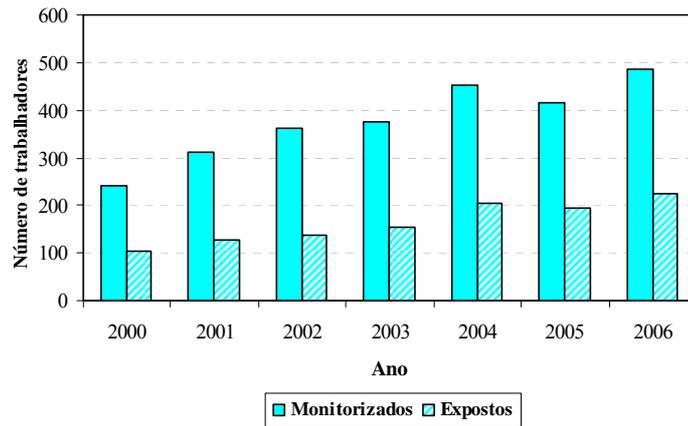


Figura 7.15 – Número de trabalhadores expostos, em instalações de cardiologia.

7.4.3.2 *Cardiologia. Intervalos de dose efectiva*

Tabela 7.16 – Número e respectivas percentagens de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em instalações de cardiologia.

Intervalos de dose	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Nº	%												
0,1<E≤1	39	37,5	50	38,8	52	38,2	49	32,0	99	48,3	90	45,9	134	59,6
1<E≤6	50	48,1	59	45,7	61	44,9	83	54,2	84	41,0	92	46,9	76	33,9
6<E≤15	11	10,6	17	13,2	16	11,8	12	7,8	14	6,8	11	5,6	12	5,4
15<E≤20	1	1,0	2	1,6	2	1,5	7	4,6	4	2,0	2	1,0	0	0,0
20<E≤50	3	2,9	1	0,8	4	2,9	2	1,3	4	2,0	1	0,5	2	0,9
E≥50	0	0,0	0	0,0	1	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

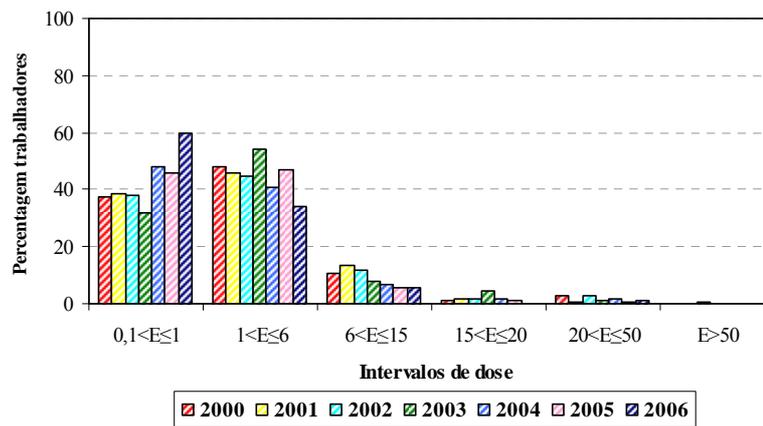


Figura 7.16 – Percentagem de trabalhadores expostos por intervalos de dose, em instalações de cardiologia.

7.4.3.3 Cardiologia. Dose efectiva média e Dose efectiva colectiva

Tabela 7.17 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos (mSv), em instalações de cardiologia.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	1,6	1,3	1,4	1,3	1,3	1,0	0,9
Expostos	3,6	3,1	3,6	3,3	2,8	2,2	1,9

Tabela 7.18 – Doses efectivas colectivas dos trabalhadores monitorizados (man.Sv), em instalações de cardiologia.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Dose efectiva colectiva	0,38	0,40	0,50	0,51	0,57	0,43	0,43

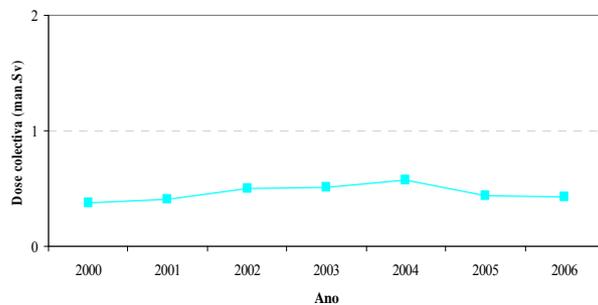
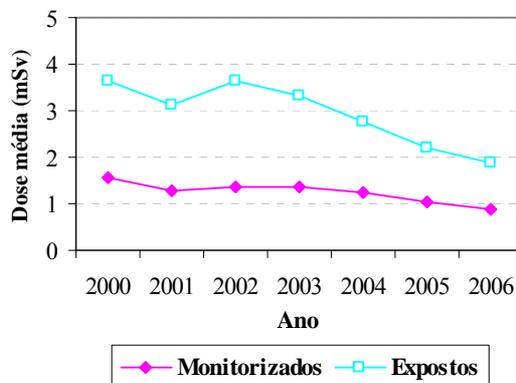


Figura 7.17 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados, e expostos em instalações de cardiologia.

Figura 7.18 – Doses efectivas colectivas dos trabalhadores monitorizados, em instalações de cardiologia.

7.4.4 Radiologia cirúrgica

7.4.4.1 Radiologia cirúrgica. Trabalhadores monitorizados e expostos

Tabela 7.19 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos e percentagens de trabalhadores expostos, em instalações de radiologia cirúrgica.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	574	731	778	778	1.096	1.153	1.234
Expostos	125	98	96	123	241	377	415
Expostos (%)	21,8	13,4	12,3	15,8	22,0	32,7	33,6

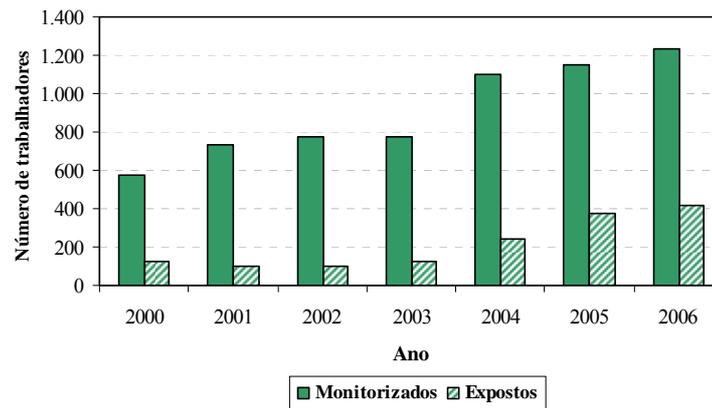


Figura 7.20 – Número de trabalhadores expostos, em instalações de radiologia cirúrgica.

7.4.4.2 Radiologia cirúrgica. Intervalos de dose efectiva

Tabela 7.21 – Número e respectivas percentagens de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em instalações de radiologia cirúrgica.

Intervalos de dose	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Nº	%												
0,1<E≤1	103	82,4	72	73,5	65	67,7	93	75,6	197	81,7	312	82,8	326	78,6
1<E≤6	21	16,8	25	25,5	30	31,3	26	21,1	43	17,8	58	15,4	85	20,5
6<E≤15	1	0,8	1	1,0	1	1,0	4	3,3	1	0,4	6	1,6	3	0,7
15<E≤20	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0
20<E≤50	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,2
E>50	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

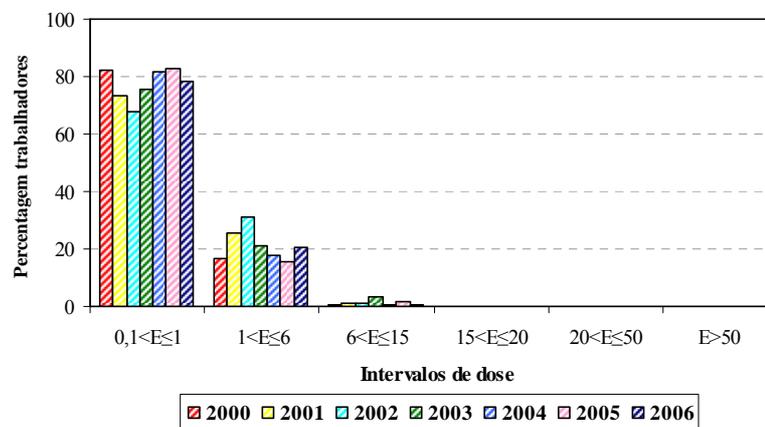


Figura 7.22 – Percentagem de trabalhadores expostos por intervalos de dose, em instalações de radiologia cirúrgica.

7.4.4.3 Radiologia cirúrgica. Dose efectiva média e Dose efectiva colectiva

Tabela 7.23 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos (mSv), em instalações de radiologia cirúrgica.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3
Expostos	0,8	0,8	0,9	1,1	0,7	0,9	0,8

Tabela 7.24 – Doses efectivas colectivas dos trabalhadores monitorizados (man.Sv), em instalações de radiologia cirúrgica.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Dose efectiva colectiva	0,10	0,08	0,09	0,14	0,18	0,35	0,36

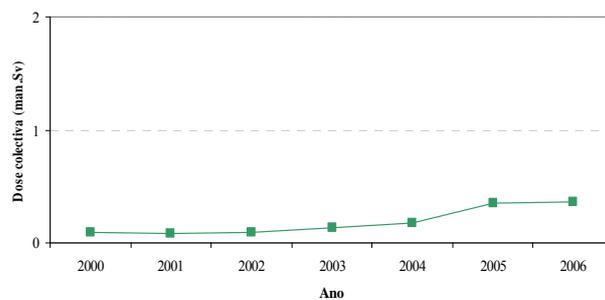
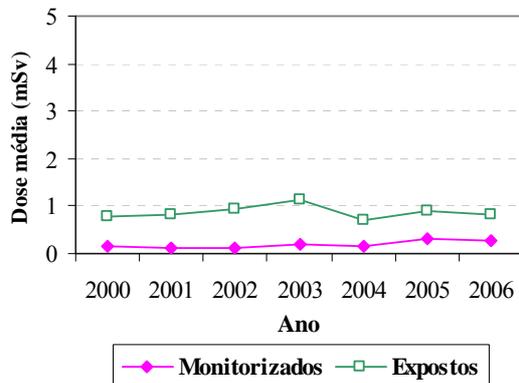


Figura 7.23 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos, em instalações de radiologia cirúrgica.

Figura 7.24 – Doses efectivas colectivas dos trabalhadores monitorizados, em instalações de radiologia cirúrgica.

7.4.5 Radiologia e terapia hospitalares

7.4.5.1 Radiologia e terapia hospitalares. Trabalhadores monitorizados e expostos

Tabela 7.25 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos e percentagens de trabalhadores expostos, em instalações de radiologia e terapia hospitalares.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	2.809	2.961	2.873	2.974	3.246	3.386	3.437
Expostos	905	673	695	765	1.124	1.446	1.134
Expostos (%)	32,2	22,7	24,2	25,7	34,6	42,7	33,0

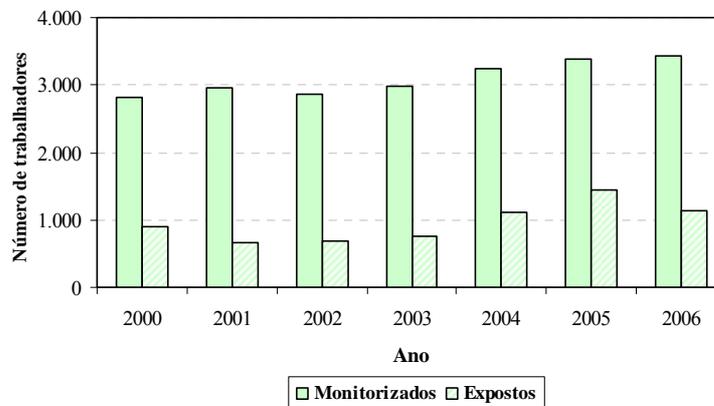


Figura 7.25 – Número de trabalhadores expostos, em instalações de radiologia e terapia hospitalares.

7.4.5.2 Radiologia e terapia hospitalares. Intervalos de dose efectiva

Tabela 7.26 – Número e respectivas percentagens de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em instalações de radiologia e terapia hospitalares.

Intervalos de dose	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%								
0,1<E≤1	640	70,7	435	64,6	459	66,0	493	64,4	814	72,4	1.163	80,4	923	81,4
1<E≤6	211	23,3	197	29,3	197	28,3	242	31,6	281	25,0	257	17,8	195	17,2
6<E≤15	33	3,6	37	5,5	32	4,6	23	3,0	20	1,8	20	1,4	13	1,1
15<E≤20	9	1,0	2	0,3	5	0,7	6	0,8	6	0,5	1	0,1	1	0,1
20<E≤50	11	1,2	2	0,3	2	0,3	1	0,1	1	0,1	5	0,3	2	0,2
E≥50	1	0,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,2	0	0,0	0	0,0

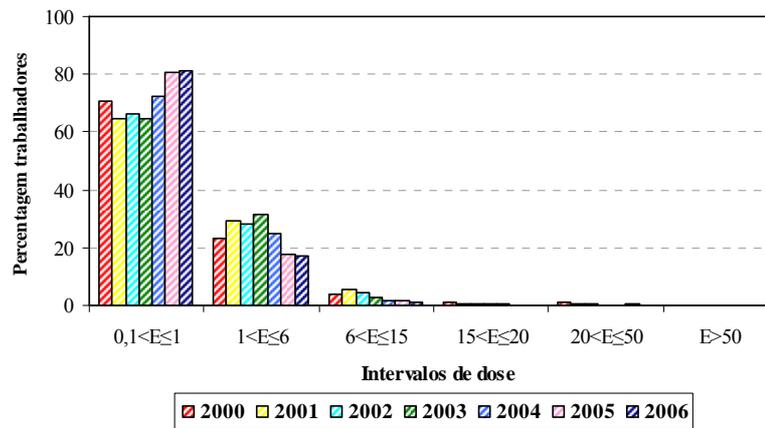


Figura 7.26 – Percentagem de trabalhadores expostos por intervalos de dose, em instalações de radiologia e terapia hospitalares.

7.4.5.3 Radiologia e terapia hospitalares. Dose efectiva média e Dose efectiva colectiva

Tabela 7.27 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos (mSv) em instalações de radiologia e terapia hospitalares.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	0,6	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3
Expostos	1,8	1,5	1,5	1,4	1,3	0,9	0,8

Tabela 7.28 – Doses efectivas colectivas dos trabalhadores monitorizados, (man.Sv) em instalações de radiologia e terapia hospitalares.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Dose efectiva colectiva	1,64	1,03	1,04	1,05	1,49	1,35	0,98

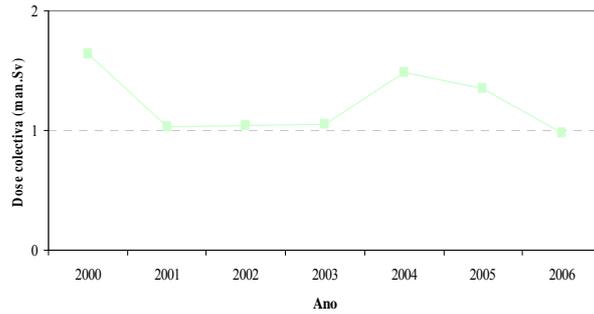
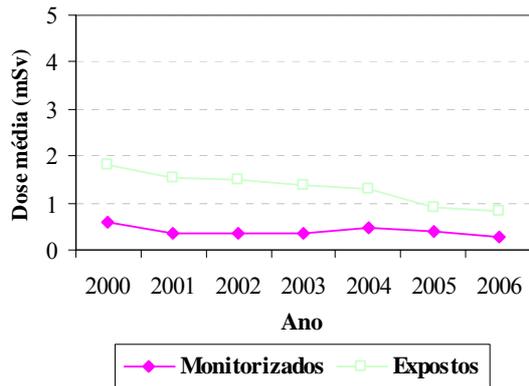


Figura 7.27 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos, em instalações de radiologia e terapia hospitalares.

Figura 7.28 – Doses efectivas colectivas dos trabalhadores monitorizados, em instalações de radiologia e terapia hospitalares.

7.4.6 Radioterapia

7.4.6.1 Radioterapia. Trabalhadores monitorizados e expostos

Tabela 7.29 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos e percentagens de trabalhadores expostos, em instalações de radioterapia.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	573	620	689	736	743	759	764
Expostos	209	172	188	224	299	302	197
Expostos (%)	36,5	27,7	27,3	30,4	40,2	39,8	25,8

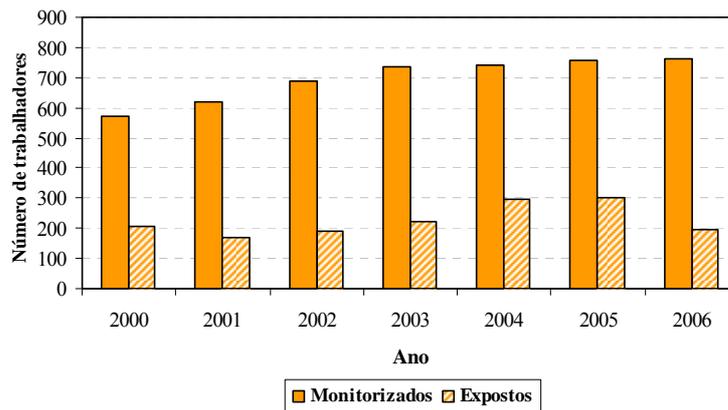


Figura 7.29 – Número de trabalhadores expostos, em instalações de radioterapia.

7.4.6.2 Radioterapia. Intervalos de dose efectiva

Tabela 7.30 – Número e respectivas percentagens de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em instalações de radioterapia.

Intervalos de dose	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Nº	%												
0,1<E≤1	142	67,9	110	64,0	136	72,3	180	80,4	246	82,3	282	93,4	180	91,4
1<E≤6	59	28,2	54	31,4	46	24,5	38	17,0	48	16,1	17	5,6	14	7,1
6<E≤15	6	2,9	8	4,7	6	3,2	6	2,7	5	1,7	3	1,0	2	1,0
15<E≤20	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
20<E≤50	2	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
E≥50	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,5

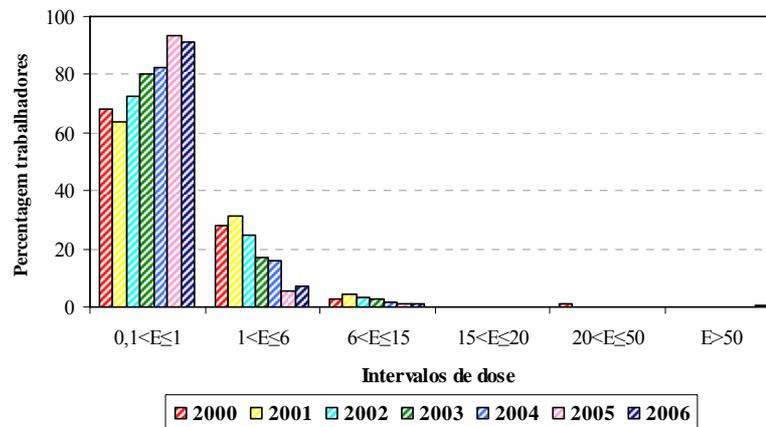


Figura 7.30 – Percentagem de trabalhadores expostos por intervalos de dose, em instalações de radioterapia.

7.4.6.3 Radioterapia. Dose efectiva média e Dose efectiva colectiva

Tabela 7.31 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos (mSv), em instalações de radioterapia.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
Expostos	1,5	1,3	1,2	0,9	0,7	0,6	0,6

Tabela 7.32 – Doses efectivas colectivas dos trabalhadores monitorizados, (man.Sv) em instalações de radioterapia.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Dose efectiva colectiva	0,32	0,23	0,23	0,20	0,22	0,17	0,13

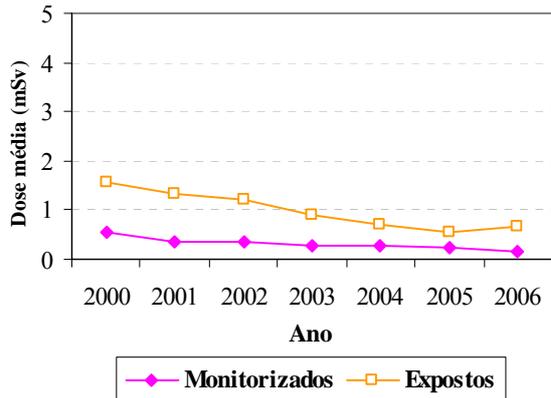


Figura 7.31 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos, em instalações de radioterapia.

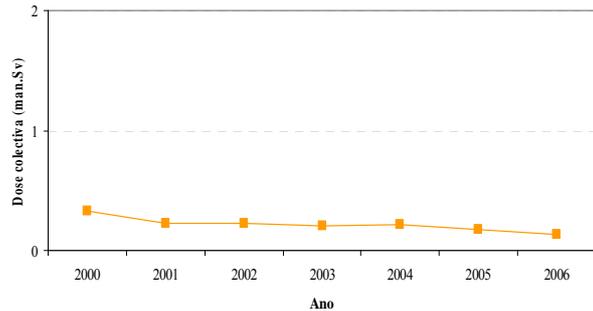


Figura 7.32 – Doses efectivas colectivas dos trabalhadores monitorizados, em instalações de radioterapia.

7.4.7 Medicina Nuclear

7.4.7.1 Medicina Nuclear. Trabalhadores monitorizados e expostos

Tabela 7.33 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos e percentagens de trabalhadores expostos, em instalações de medicina nuclear.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	296	338	426	448	464	473	495
Expostos	220	229	271	304	301	318	337
Expostos (%)	74,3	67,8	63,6	67,9	64,9	67,2	68,1

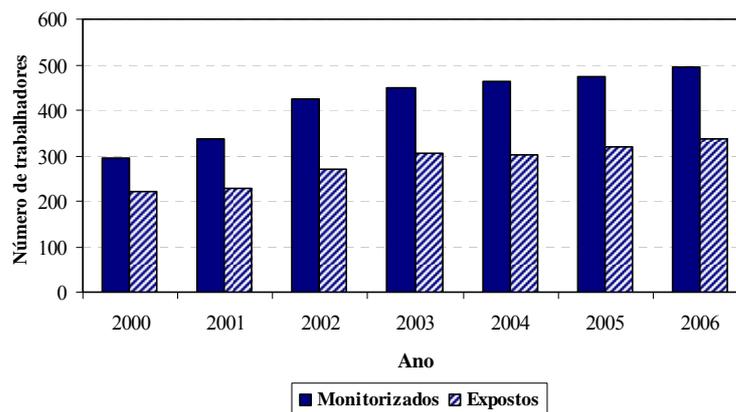


Figura 7.33 – Número de trabalhadores expostos, em instalações de medicina nuclear.

7.4.7.2 Medicina nuclear. Intervalos de dose efectiva

Tabela 7.34 – Número e respectivas percentagens de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em instalações de medicina nuclear.

Intervalos de dose	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Nº	%												
0,1<E≤1	97	44,1	85	37,1	103	38,0	118	38,8	121	40,2	134	42,1	168	49,9
1<E≤6	110	50,0	124	54,1	146	53,9	157	51,6	162	53,8	169	53,1	153	45,4
6<E≤15	8	3,6	17	7,4	20	7,4	26	8,6	15	5,0	15	4,7	14	4,2
15<E≤20	1	0,5	1	0,4	2	0,7	2	0,7	3	1,0	0	0,0	2	0,6
20<E≤50	4	1,8	2	0,9	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
E≥50	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

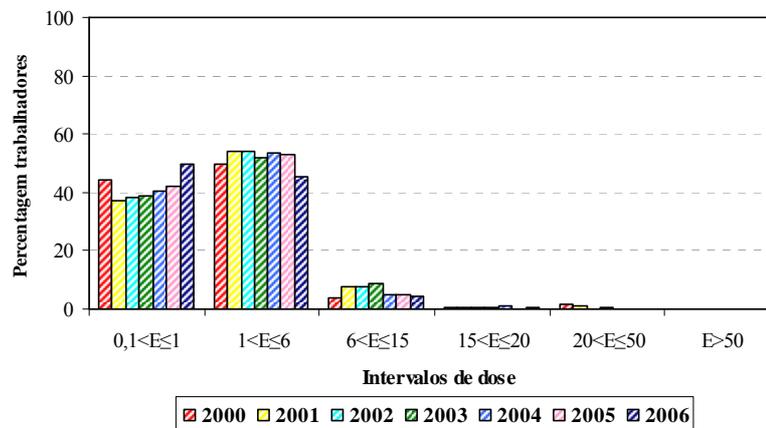


Figura 7.34 – Percentagem de trabalhadores expostos por intervalos de dose, em instalações de medicina nuclear.

7.4.7.3 Medicina Nuclear. Dose efectiva média e Dose efectiva colectiva

Tabela 7.35 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos (mSv), em instalações de medicina nuclear.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	1,7	1,7	1,5	1,7	1,4	1,3	1,3
Expostos	2,3	2,5	2,3	2,5	2,2	1,9	1,8

Tabela 7.36 – Doses efectivas colectivas dos trabalhadores monitorizados, (man.Sv) em instalações de medicina nuclear.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Dose efectiva colectiva	0,51	0,57	0,63	0,75	0,65	0,61	0,62

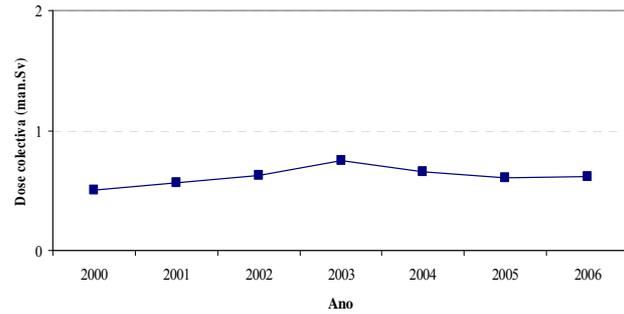
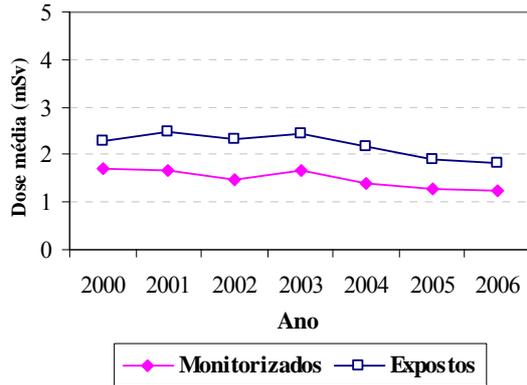


Figura 7.35 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos, em instalações de medicina nuclear.

Figura 7.36 – Doses efectivas colectivas dos trabalhadores monitorizados, em instalações de transportes de medicina nuclear.

7.4.8 Medicina dentária

7.4.8.1 Medicina dentária. Trabalhadores monitorizados e expostos

Tabela 7.37 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos e percentagens de trabalhadores expostos, em instalações de medicina dentária.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	291	322	392	405	409	334	395
Expostos	46	39	41	50	82	159	127
Expostos (%)	15,8	12,1	10,5	12,3	20,0	47,6	32,2

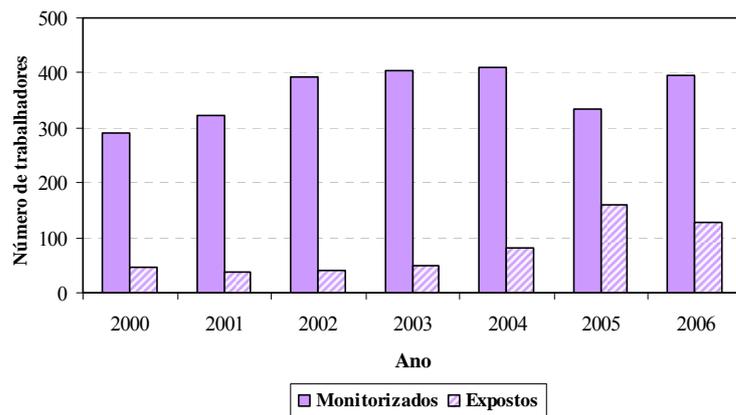


Figura 7.37 – Número de trabalhadores expostos, em instalações de medicina dentária.

7.4.8.2 Medicina dentária. Intervalos de dose efectiva

Tabela 7.38 – Número e respectivas percentagens de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em instalações de medicina dentária.

Intervalos de dose	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Nº	%												
0,1<E≤1	17	37,0	15	38,5	22	53,7	21	42,0	59	72,0	139	87,4	115	90,6
1<E≤6	19	41,3	17	43,6	11	26,8	19	38,0	15	18,3	18	11,3	9	7,1
6<E≤15	5	10,9	6	15,4	7	17,1	7	14,0	6	7,3	2	1,3	3	2,4
15<E≤20	5	10,9	1	2,6	1	2,4	1	2,0	1	1,2	0	0,0	0	0,0
20<E≤50	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	4,0	1	1,2	0	0,0	0	0,0
E≥50	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

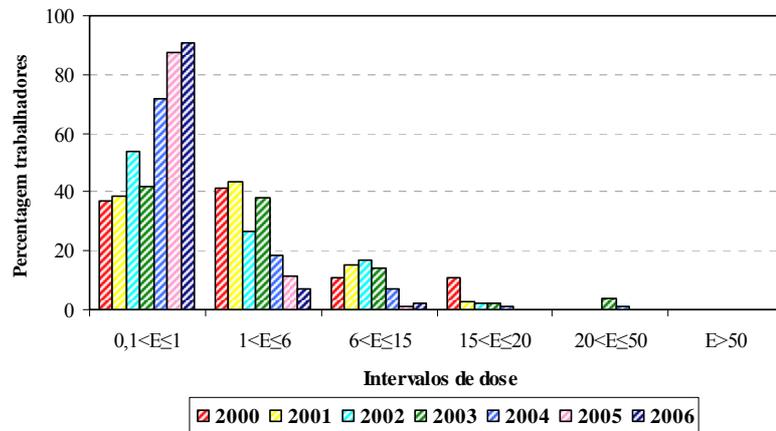


Figura 7.38 – Percentagem de trabalhadores expostos por intervalos de dose, em instalações de medicina dentária.

7.4.8.3 Medicina dentária. Dose efectiva média e Dose efectiva colectiva

Tabela 7.39 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos (mSv), em instalações de medicina dentária.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	0,6	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3
Expostos	3,9	3,5	3,4	3,7	2,1	0,8	0,8

Tabela 7.40 – Doses efectivas colectivas dos trabalhadores monitorizados (man.Sv), em instalações de medicina dentária.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Dose efectiva colectiva	0,18	0,14	0,14	0,18	0,18	0,13	0,10

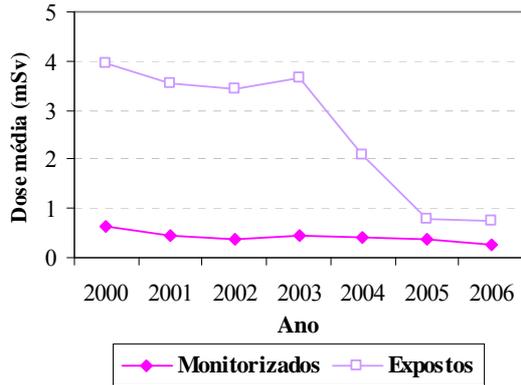


Figura 7.39 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos, em instalações de medicina dentária.

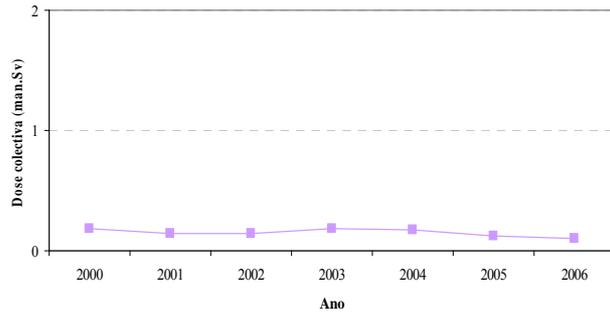


Figura 7.40 – Doses efectivas colectivas dos trabalhadores monitorizados, em instalações de transportes de medicina dentária.

7.4.9 Medicina veterinária

7.4.9.1 Medicina veterinária. Trabalhadores monitorizados e expostos

Tabela 7.41 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos e percentagens de trabalhadores expostos, em instalações de medicina veterinária.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	42	41	29	35	51	139	200
Expostos	1	0	2	7	20	33	51
Expostos (%)	2,4	0,0	6,9	20,0	39,2	23,7	25,5

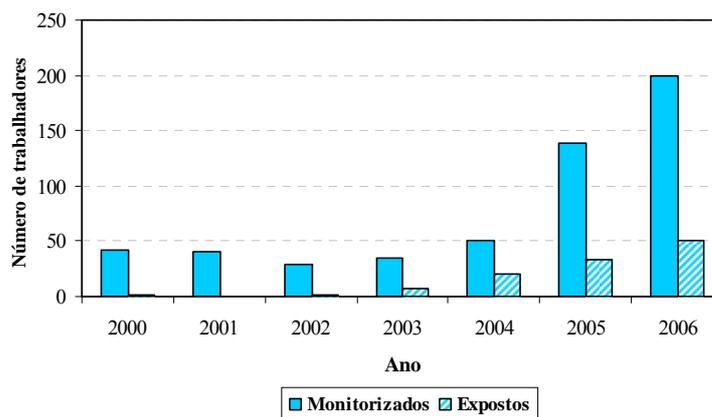


Figura 7.41 – Número de trabalhadores expostos, em instalações de medicina veterinária.

7.4.9.2 Medicina veterinária. Intervalos de dose efectiva

Tabela 7.42 – Número e respectivas percentagens de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em instalações de medicina veterinária.

Intervalos de dose	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0,1<E≤1	0	0,0	0	0,0	1	50,0	4	57,1	15	75,0	25	75,8	42	82,4
1<E≤6	1	100,0	0	0,0	1	50,0	3	42,9	5	25,0	7	21,2	9	17,6
6<E≤15	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	3,0	0	0,0
15<E≤20	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
20<E≤50	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
E≥50	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

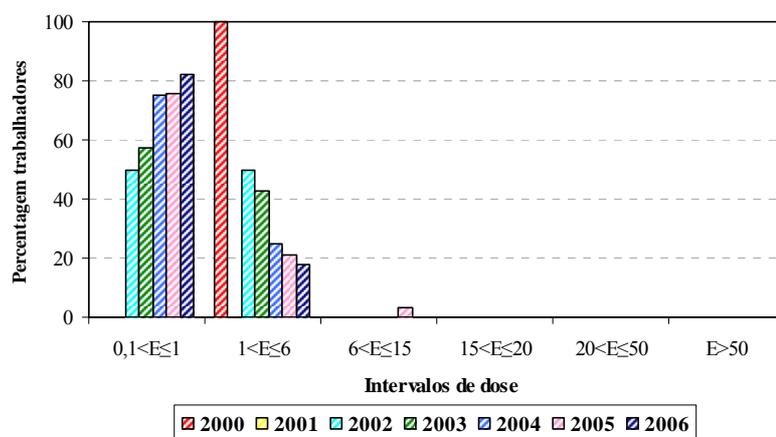


Figura 7.42 – Percentagem de trabalhadores expostos por intervalos de dose, em instalações de medicina veterinária.

7.4.9.3 Medicina veterinária. Dose efectiva média e Dose efectiva colectiva

Tabela 7.43 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos (mSv), em instalações de medicina veterinária.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Expostos	2,1	0,0	1,2	1,0	0,6	1,0	0,6

Tabela 7.44 – Doses efectivas colectivas dos trabalhadores monitorizados, (man.Sv) em instalações de medicina veterinária.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Dose efectiva colectiva	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,03	0,03

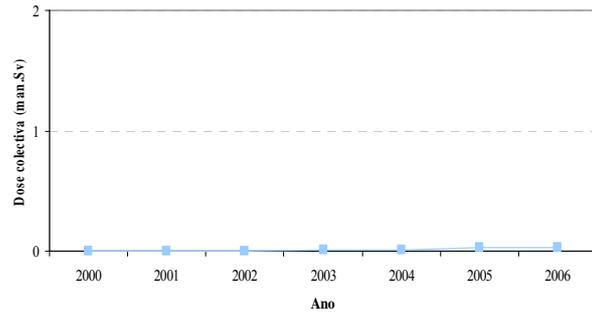
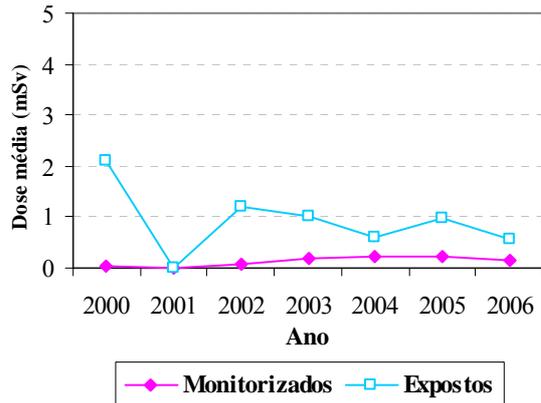


Figura 7.43 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos, em instalações de medicina veterinária.

Figura 7.44 – Doses efectivas colectivas dos trabalhadores monitorizados, em instalações de transportes de medicina veterinária.

7.4.10 Outras actividades médicas

7.4.10.1 Outras actividades médicas. Trabalhadores monitorizados e expostos

Tabela 7.45 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos e percentagens de trabalhadores expostos, em instalações que realizam outras actividades médicas.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	69	111	113	121	148	128	131
Expostos	35	34	36	40	49	52	22
Expostos (%)	50,7	30,6	31,9	33,1	33,1	40,6	16,8

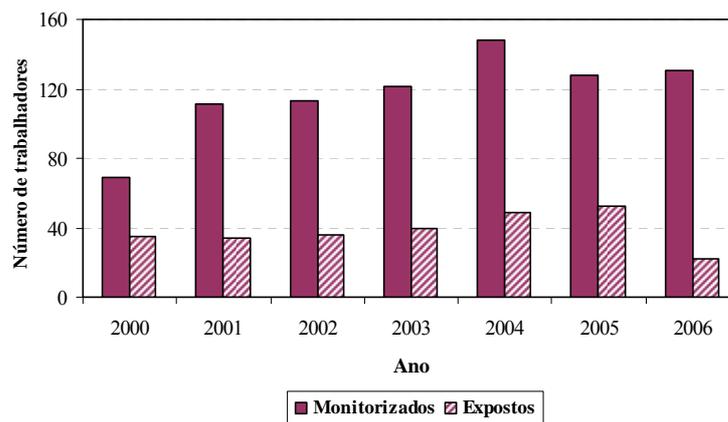


Figura 7.45 Número de trabalhadores expostos, em instalações que realizam outras actividades médicas.

7.4.10.2 Outras actividades médicas. Intervalos de dose efectiva

Tabela 7.46 – Número e respectivas percentagens de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em instalações que realizam outras actividades médicas.

Intervalos de dose	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Nº	%												
0,1<E≤1	26	74,3	27	79,4	32	88,9	26	65,0	34	69,4	44	84,6	17	77,3
1<E≤6	9	25,7	7	20,6	4	11,1	14	35,0	15	30,6	8	15,4	5	22,7
6<E≤15	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
15<E≤20	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
20<E≤50	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
E≥50	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

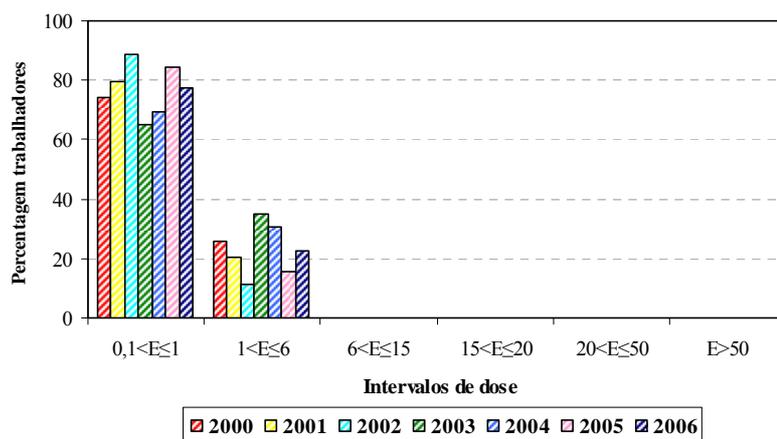


Figura 7.46 – Percentagem de trabalhadores expostos por intervalos de dose, em instalações que realizam outras actividades médicas.

7.4.10.3 Outras actividades médicas. Dose efectiva média e Dose efectiva colectiva

Tabela 7.47 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos (mSv), em instalações que realizam outras actividades médicas.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	0,4	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,1
Expostos	0,7	0,6	0,6	0,9	0,8	0,6	0,5

Tabela 7.48 – Doses efectivas colectivas dos trabalhadores monitorizados, (man.Sv) em instalações que realizam outras actividades médicas.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Dose efectiva colectiva	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,03	0,01

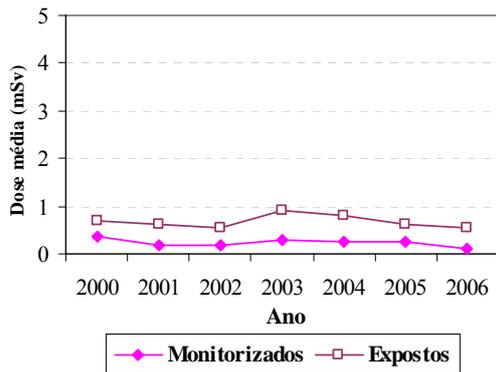


Figura 7.47 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos, em instalações que realizam outras actividades médicas.

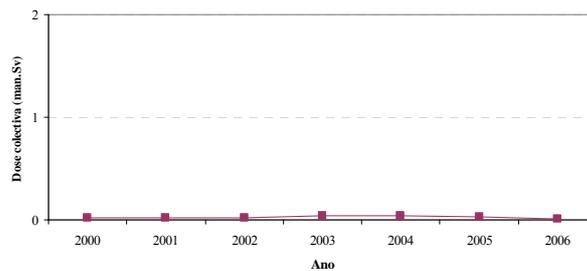


Figura 7.48 – Doses efectivas colectivas dos trabalhadores monitorizados, em instalações que realizam outras actividades médicas.

7.5 Panorama das actividades desenvolvidas no sector da Medicina

Nos parágrafos seguintes resumem-se os principais aspectos identificados com os parâmetros de estudo apresentados na secção anterior, com o objectivo de proporcionar o panorama das actividades desenvolvidas no sector da Medicina agrupando os trabalhadores em função da actividade principal da Instalação à qual se encontram afectos.

Radiologia convencional (7.4.1). Este grupo é o segundo maior grupo em termos de número de trabalhadores. O número de trabalhadores monitorizados e expostos tem aumentado consideravelmente no período de 2000 a 2006, respectivamente para cerca de 2500 e 900. As distribuições de dose dos trabalhadores expostos apresentam a configuração típica das distribuições no sector médico, 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 aumentou de 45 para 75%, enquanto que no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv decresceu de 42 para 22%. O número de trabalhadores com dose efectiva anual superior a 20 mSv decresceu de cerca de 11 para 6 pessoas no período em apreço. Em 2000, 2001 e 2005 registaram-se doses anuais superiores a 50 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,5 e 1,1 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 1,3 e 4,0 mSv. A dose efectiva colectiva variou entre 1,18 e 1,58 man.Sv, sendo a mais elevada no conjunto.

Radiologia de intervenção (7.4.2). O número de trabalhadores monitorizados e expostos tem aumentado no período de 2000 a 2006, respectivamente para cerca de 750 e 300. As distribuições de dose dos trabalhadores expostos apresentam tal como observado e acima descrito na Radiologia convencional a configuração típica das distribuições no sector médico. O número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv aumentou de 36 para 69%, enquanto que no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv decresceu de 49 para 27%. O número de trabalhadores com dose efectiva anual superior a 20 mSv decresceu de cerca de 7 para 3 pessoas, números menores do que no grupo anterior. Em 2000, 2001 e 2005 registaram-se doses anuais superiores a 50 mSv. 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. A dose efectiva colectiva variou entre 0,33 e 0,76 man.Sv.

Cardiologia (7.4.3). O número de trabalhadores monitorizados e expostos tem aumentado consideravelmente no período de 2000 a 2006, respectivamente para cerca de 500 e 200. As distribuições de dose dos trabalhadores expostos apresentam, como nas duas actividades

previamente descritas, a configuração típica das distribuições no sector médico. O número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv aumentou de 38 para 60%, enquanto que no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv decresceu de 48 para 34%. O número de trabalhadores com dose efectiva anual superior a 20 mSv variou entre 5 e 1 pessoas, tendo-se registado apenas uma pessoa em 2002 com doses anual superior a 50 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,9 e 1,6 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 1,9 e 3,6 mSv. A dose efectiva colectiva variou entre 0,38 e 0,57 man.Sv.

Radiologia Cirúrgica (7.4.4). O número de trabalhadores monitorizados e expostos tem aumentado consideravelmente no período de 2000 a 2006, respectivamente para cerca de 1200 e 400. As distribuições de dose dos trabalhadores expostos apresentam um número elevado (cerca de 80%) no primeiro intervalo de $0,1 < E \leq 1$ mSv e praticamente os restantes trabalhadores expostos no segundo intervalo de $1 < E \leq 6$ mSv. Registou-se apenas uma pessoa com dose efectiva entre 20 e 50 mSv no ano de 2006. 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. A dose efectiva colectiva variou entre 0,08 e 0,36 man.Sv.

Radiologia e terapia hospitalares (7.4.5). É o grupo com maior número de trabalhadores. O número de trabalhadores monitorizados e expostos tem aumentado gradualmente no período de 2000 a 2006, respectivamente para cerca de 3400 e 1100. Uma vez mais, as distribuições de dose dos trabalhadores expostos nesta actividade apresentam a configuração típica das distribuições no sector médico. O número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv aumentou de 65 para 81%, enquanto que no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv decresceu de 29 para 17%. O número de trabalhadores com dose efectiva anual superior a 20 mSv variou entre 5 e 1 pessoas, excepto no ano 2000 onde se registaram 12 indivíduos nestas condições. No ano 2000 e no ano 2004, registaram-se respectivamente 1 e 2 pessoas com dose anual superior a 50 mSv. 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. A dose efectiva colectiva variou entre 0,98 e 1,64 man.Sv. Este grupo de trabalhadores, conjuntamente com as pessoas do grupo de Radiologia convencional, contribuiu de maneira significativa para a dose colectiva no sector médico.

Radioterapia (7.4.6). O número de trabalhadores monitorizados tem-se mantido sensivelmente constante de 2003 a 2006 em cerca de 750 pessoas, enquanto que o número de expostos apresenta um ligeiro decréscimo, cerca de 200 pessoas. As distribuições de dose estão muito concentradas nos primeiro e segundo intervalos de dose efectiva e algumas pessoas no terceiro intervalo. O número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv aumentou de cerca de 70 para 90%, no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv decresceu de cerca de 28 para 7%, enquanto que no intervalo $6 < E \leq 15$ mSv variou entre 1 e 5%. Registou-se apenas uma pessoas com dose efectiva anual compreendida entre 20 e 50 mSv no ano 2000, enquanto que em 2006 registou-se uma pessoa com dose anual superior a 50 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,2 e 0,6 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,6 e 1,5 mSv. A dose efectiva colectiva variou entre 0,13 e 0,32 man.Sv.

Medicina nuclear (7.4.7). O número de trabalhadores monitorizados tem aumentado gradualmente no período de 2000 a 2006, para cerca de 500 enquanto que o número de expostos se tem mantido aproximadamente constante em torno a 300. As distribuições de dose dos trabalhadores expostos apresentam configurações semelhantes ao longo dos anos, nas quais cerca de 90% estão nos dois primeiros intervalos de dose efectiva, e 4 a 8% no terceiro. O número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv apresenta uma ligeira subida dos 40 para 50%, acompanhada de um decréscimo de 50 para 45% no intervalo

seguinte $1 < E \leq 6$. Registaram-se doses efectivas anuais superiores a 20 mSv entre 2000 e 2003 (entre 4 a 1 pessoas), não tendo sido observado nenhum trabalhador com uma dose anual superior a 50 mSv. 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 2,5 mSv. A dose efectiva colectiva área variou entre 0,51 e 0,75 man.Sv. O valor observado neste grupo contribuiu também de maneira significativa para a dose colectiva no sector médico.

Medicina dentária (7.4.8). No período de 2000 a 2006 o número de trabalhadores monitorizados tem sofrido algumas flutuações, mantendo-se em cerca de 400, enquanto que se verifica um ligeiro aumento no número de expostos em torno a 100 (aproximadamente). As distribuições de dose dos trabalhadores expostos nesta actividade, à semelhança do observado nas actividades 7.4.1, 7.4.2 e 7.4.5, apresentam a configuração típica das distribuições no sector médico. O número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv aumentou de 40 para 91%, no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv decresceu de 40 para 7%, enquanto que no intervalo $6 < E \leq 15$ mSv decresceu de cerca de 15 para 2%. Em 2003 e 2004 registaram-se respectivamente 2 e 1 trabalhador com dose efectiva anual compreendida entre 20 mSv e 50 mSv. Não se registaram doses superiores a 50 mSv. 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. A dose efectiva colectiva variou entre 0,10 e 0,18 man.Sv neste grupo.

Medicina veterinária (7.4.9). No período de 2003 a 2006 o número de trabalhadores monitorizados e expostos aumentou consideravelmente para 200 e 50, respectivamente. As distribuições de dose dos trabalhadores expostos apresentam uma concentração muito elevada no primeiro e no segundo intervalo de dose. No período 2004 a 2006, o número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv aumentou de 57 para 82%, no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv decresceu de 43 para 18%. No ano 2005 registou-se 3% no intervalo $6 < E \leq 15$ mSv. Exceptuando a situação descrita no parágrafo anterior, não se registaram valores de dose superiores a 6 mSv. Em 2003 e 2004 registaram-se respectivamente 2 e 1 trabalhador com dose efectiva anual compreendida entre 20 mSv e 50 mSv. Não se registaram doses superiores a 50 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados manteve-se em torno a 0,2 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,6 e 1 mSv. A dose efectiva colectiva, variou entre 0,01 e 0,03 man.Sv neste grupo.

Outras actividades médicas (7.4.10). Constitui o sector com menor número de pessoas. No período de 2000 a 2006 o valor médio do número de trabalhadores monitorizados e expostos variou entre 120 e 40, respectivamente. As distribuições de dose dos trabalhadores expostos restringem-se ao primeiro e segundo intervalos de dose, variando entre 65 e 85% no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv e entre 11 para 35%, no segundo intervalo de $1 < E \leq 6$ mSv, sem tendência. Não se registaram valores de dose superiores a 6 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,1 e 0,4 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,5 e 0,9 mSv. A dose efectiva colectiva, variou entre 0,01 e 0,04 man.Sv neste grupo.

7.6 Dose efectiva média na Medicina

7.6.1 Trabalhadores monitorizados

Na Figura 7.49 apresenta-se a dose efectiva média para trabalhadores monitorizados devido a cada uma das actividades 7.4.1 a 7.4.10 do sector da Medicina, no período 2000 a 2006. De uma maneira geral, observa-se que as curvas têm uma inflexão descendente, sugerindo um decréscimo global da dose média no intervalo 2000 a 2006. Os valores mais elevados provêm das actividades de *Medicina nuclear* e de *Cardiologia*, e não excederam 1,7 mSv. Para além destas e analisando o período a partir de 2004, seguem por ordem as actividades de

Radiologia de intervenção, Outras aplicações médicas, Radiologia convencional e Medicina dentária. Neste período regista-se também um ligeiro aumento nas actividades de *Medicina veterinária e Radiologia cirúrgica.*

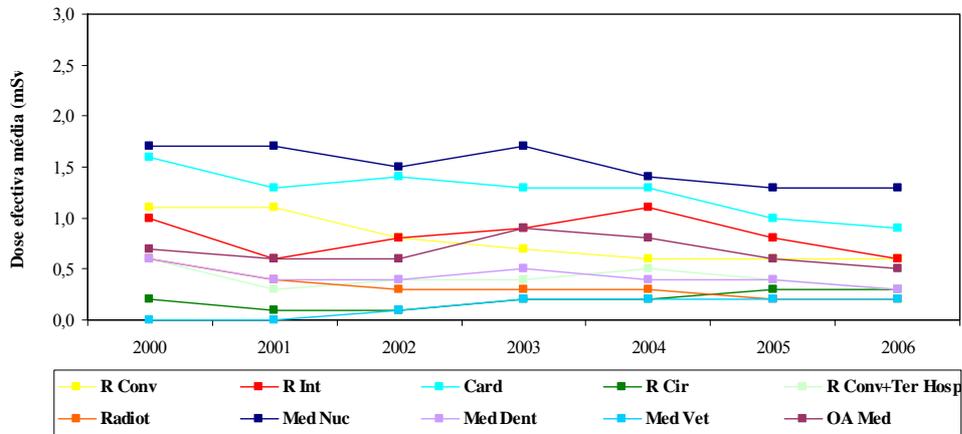


Figura 7.49 – Dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados em cada actividade no sector da Medicina, no período 2000 a 2006.

7.6.2 Trabalhadores expostos

Na Figura 7.50 apresenta-se a dose efectiva média para trabalhadores expostos em cada uma das actividades 7.4.1 a 7.4.10 do sector da Medicina, no período 2000 a 2006. De uma maneira geral, a inclinação da curva é idêntica à observada nos trabalhadores monitorizados, sugerindo um decréscimo global da dose média para os trabalhadores de cada uma destas actividades no intervalo 2000 a 2006. A partir de 2004, por ordem decrescente da respectiva dose média, observa-se o seguinte ordenamento das actividades: *Cardiologia, Medicina nuclear, Radiologia de intervenção e Radiologia convencional.* Com valores médios inferiores a 1 mSv surgem as actividades de *Medicina dentária, Medicina veterinária, Outras aplicações médicas e, por último, Radioterapia.*

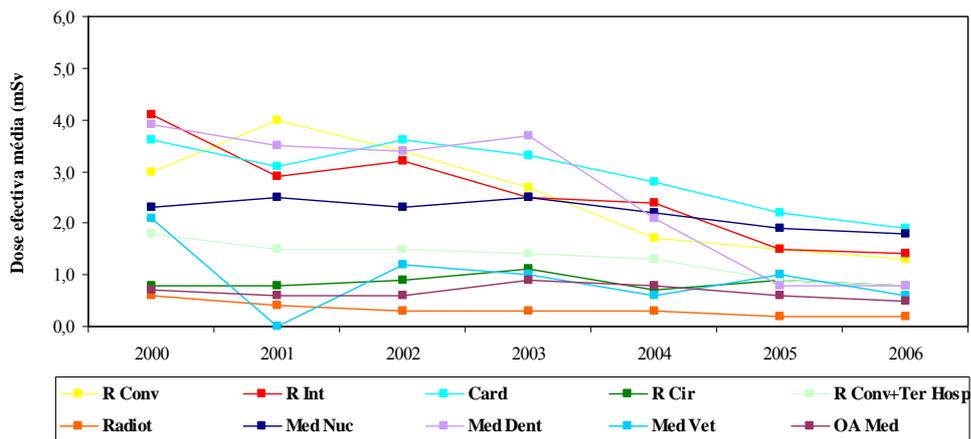


Figura 7.50 – Dose efectiva média para os trabalhadores expostos em cada actividade no sector da Medicina, no período 2000 a 2006.

7.7 Contribuição para a dose efectiva colectiva

Na Figura 7.51 apresentam-se as contribuições para a dose efectiva colectiva total para o sector da Medicina (Tabela 7.5) devido a cada uma das actividades 7.4.1 a 7.4.10, no período 2000 a 2006. Observa-se que as actividades de *Radiologia convencional* e *Radiologia convencional e terapia (hospitais)* apresentam as maiores contribuições para a dose efectiva total, entre 20 e 30%. A *Medicina Nuclear* tem também um peso importante, entre 10 e 16%. A *Radiologia de intervenção* e a *Cardiologia* também apresentam contribuições muito semelhantes, respectivamente, entre 8 e 14% e entre 7 a 10%. Enquanto que a *Radiologia cirúrgica* apresenta uma tendência de subida de 2 para 8%, a *Radioterapia* (variação entre 6 e 3%) e a *Medicina dentária* (variação entre 4 e 3%) apresentam tendências decrescentes. Os grupos de *Medicina veterinária* e de *Outras aplicações médicas* têm contribuições inferiores a 1%, desprezáveis relativamente às restantes.

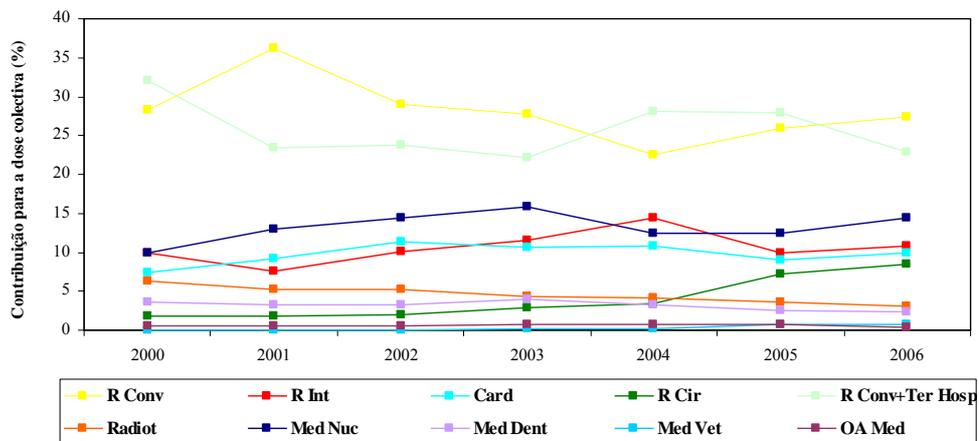


Figura 7.51 – Contribuição percentual de cada actividade para a dose efectiva colectiva do sector da Medicina, no período 2000 a 2006.

8 Exposição ocupacional no sector das Minas

Neste Capítulo apresentam-se os resultados relativos ao Sector das Minas (MIN) com o código de cores em laranja. No início do Capítulo apresentam-se os dados gerais do Sector, previamente mostrados no Capítulo 4 junto com os outros três sectores. A partir da secção 8.4 apresentam-se o mesmo tipo de indicadores, organizados por tipo de instalação conforme a informação obtida no questionário enviado às empresas prestadoras de serviços de dosimetria. O questionário pretende reunir um conjunto de informações detalhadas que permitam caracterizar em termos individuais vários parâmetros como as actividades desenvolvidas, a profissão dos indivíduos monitorizados, respectiva classificação, etc. No entanto, nem sempre todo este tipo de informação é facultado às empresas pelo que não é possível de momento realizá-la. Pelas razões expostas, 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 todos os indivíduos que lhe estão afectos. Na secção 8.5 e 8.6 faz-se um resumo dos parâmetros determinados para cada actividade e na secção 8.7 apresenta-se a contribuição de cada actividade para a dose colectiva neste sector. Os resultados apresentados na secção 8.7 permitem interpretar os valores apresentados na secção 8.3 e na secção 4.8.

8.1 Trabalhadores monitorizados

Os números totais de instalações controladas, trabalhadores monitorizados e expostos, assim como as respectivas percentagens dos trabalhadores expostos no período de 2000 a 2006, que desenvolveram a sua actividade no sector das Minas (MIN) encontram-se representados na Tabela 8.1 e Figura 8.1.

Tabela 8.1 – Número de instalações controladas, de trabalhadores monitorizados e expostos e percentagens de trabalhadores expostos, no sector das Minas, no período 2000 a 2006.

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Instalações		3	3	3	3	3	3	4
Trabalhadores	Monitorizados	95	98	83	43	34	25	32
	Expostos	46	44	29	11	4	2	2
	Expostos (%)	48,4	44,9	34,9	25,6	11,8	8,0	6,3

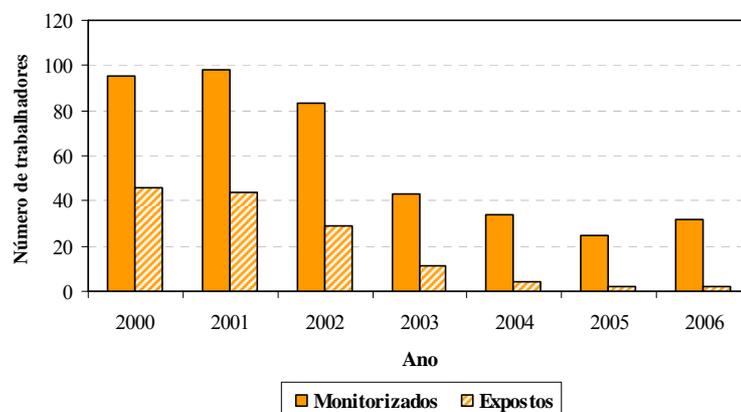


Figura 8.1 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos nas Minas, no período de 2000 a 2006.

O número de instalações controladas manteve-se de 2000 a 2006. No entanto, o número de trabalhadores monitorizados diminuiu com o encerramento das minas de Urânio, do mesmo modo que o número de trabalhadores expostos ($E > 0,1$ mSv) em que se observou uma diminuição percentual de 48% para 6%.

8.2 Intervalos de dose efectiva

Na Tabela 8.2 apresentam-se as distribuições dos números de trabalhadores monitorizados no período 2000 a 2006, pertencentes ao sector das Minas, por intervalos de dose efectiva anual. Os intervalos de dose considerados foram: $E \leq 0,1$; $0,1 < E \leq 0,2$; $0,2 < E \leq 0,5$; $0,5 < E \leq 1$; $1 < E \leq 2$; $2 < E \leq 6$; $6 < E \leq 10$; $10 < E \leq 15$; $15 < E \leq 20$; $20 < E \leq 50$ e $E \geq 50$ (mSv). Na primeira linha da Tabela 8.2 representa-se o número de trabalhadores com dose efectiva anual inferior ao valor mínimo de registo (diferença ente o número de trabalhadores monitorizados e expostos) e a respectiva percentagem relativamente ao número total (ver Tabela 8.1). Nas linhas seguintes os números e respectivas percentagens correspondem aos trabalhadores expostos. Na Figura 8.2 apresentam-se as distribuições dos trabalhadores expostos por intervalos de dose efectiva.

Tabela 8.2 – Distribuição do número total de trabalhadores monitorizados no sector das Minas por intervalos de dose efectiva anual expressos em mSv, no período 2000 a 2006 (Nº); respectivas percentagens (%). A primeira linha corresponde à diferença entre monitorizados e expostos, enquanto que nas restantes as percentagens correspondem aos trabalhadores expostos.

Intervalos de dose	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Nº	%	Nº	%										
$E \leq 0,1$	49	51,6	54	55,1	54	65,1	32	74,4	30	88,2	23	92,0	30	93,8
$0,1 < E \leq 0,2$	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	100,0	2	100,0
$0,2 < E \leq 0,5$	0	0,0	3	6,8	0	0,0	1	9,1	1	25,0	0	0,0	0	0,0
$0,5 < E \leq 1$	4	8,7	5	11,4	3	10,3	5	45,5	2	50,0	0	0,0	0	0,0
$1 < E \leq 2$	5	10,9	8	18,2	7	24,1	3	27,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
$2 < E \leq 6$	27	58,7	23	52,3	14	48,3	2	18,2	1	25,0	0	0,0	0	0,0
$6 < E \leq 10$	9	19,6	4	9,1	2	6,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
$10 < E \leq 15$	1	2,2	1	2,3	1	3,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
$15 < E \leq 20$	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
$20 < E \leq 50$	0	0,0	0	0,0	2	6,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
$E \geq 50$	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

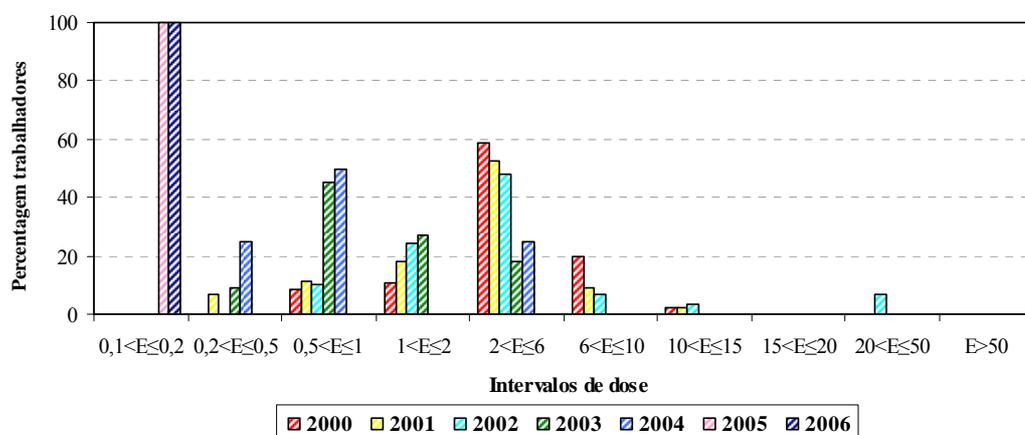


Figura 8.2 – Percentagem de trabalhadores expostos no sector das Minas, por intervalos de dose efectiva, no período de 2000 a 2006.

Tal como no Capítulo 4, determinou-se também a distribuição do número de trabalhadores expostos no sector das Minas por um menor número de 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 Tabela 8.3 e na Figura 8.3 apresentam-se as distribuições obtidas.

Tabela 8.3 – Distribuição do número total de trabalhadores expostos no sector das Minas agrupados em seis intervalos de dose efectiva anual expresso em mSv no período 2000 a 2006 (Nº); respectivas percentagens (%).

Intervalos de dose	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Nº	%	Nº	%										
$0,1 < E \leq 1$	4	8,7	8	18,2	3	10,3	6	54,5	3	75,0	2	100,0	2	100,0
$1 < E \leq 6$	32	69,6	31	70,5	21	72,4	5	45,5	1	25,0	0	0,0	0	0,0
$6 < E \leq 15$	10	21,7	5	11,4	3	10,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
$15 < E \leq 20$	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
$20 < E \leq 50$	0	0,0	0	0,0	2	6,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
$E \geq 50$	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Como se pode verificar na Tabela 8.3 e na Figura 8.3, e em maior detalhe na Tabela 8.2 e na Figura 8.2, durante o funcionamento da actividade associada às minas de Urânio, no período de 2000 a 2003, a distribuição de doses centrava-se no intervalo de dose efectiva $1 < E \leq 6$ mSv. Observa-se de 2000 a 2003 um decréscimo do número de trabalhadores expostos nos intervalos de dose efectiva mais elevados para os inferiores. A partir de 2004, começa a tornar-se predominante o primeiro intervalo de dose efectiva, passando em 2005 e 2006 a conter 100% dos trabalhadores expostos. No ano de 2002 registaram-se dois trabalhadores com um valor anual da dose efectiva entre 15 e 20 mSv.

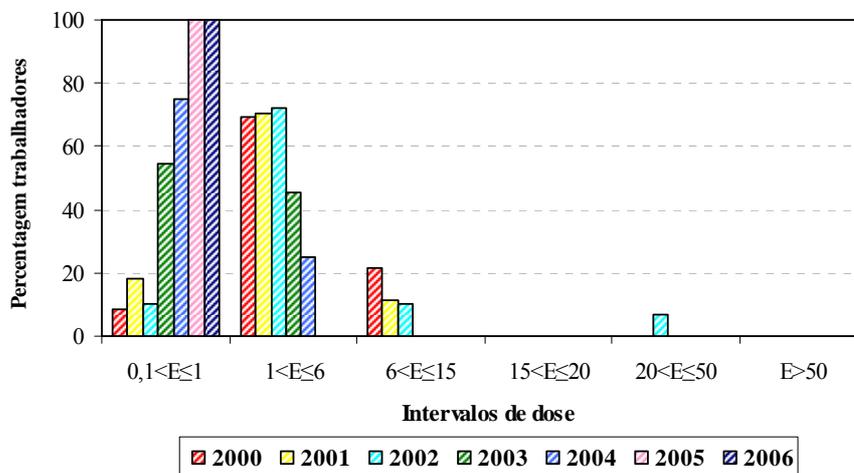


Figura 8.3 – Percentagem de trabalhadores expostos no sector das Minas, agrupados em seis intervalos de dose efectiva, no período 2000 a 2006.

8.3 Dose efectiva média e Dose efectiva colectiva

Na Tabela 8.4 e na Figura 8.4 apresenta-se a dose efectiva média no sector das Minas para os trabalhadores monitorizados e expostos no período de 2000 a 2006.

Tabela 8.4 – Dose efectiva média (mSv) para trabalhadores monitorizados e expostos no sector das Minas, no período de 2000 a 2006.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	2,0	1,4	1,8	0,3	0,1	0,1	0,0
Expostos	4,1	3,2	5,1	1,3	1,2	0,7	0,2

Como se pode observar na Tabela 8.4 e na Figura 8.4, no período 2000 a 2002 a dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados varia entre 1,4 e 2,0 mSv, enquanto que para os trabalhadores expostos varia entre 3,2 e 5,1 mSv, apresentando o valor mais elevado em 2002 devido à ocorrência de dois trabalhadores com dose anual entre 20 e 50 mSv há pouco referido. A partir de 2003, os valores da dose efectiva média decrescem para 0,0 mSv para ambos os tipos de trabalhadores deste sector.

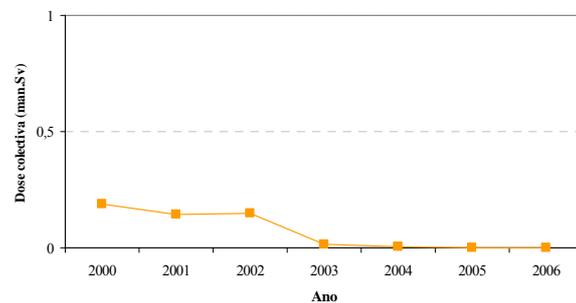
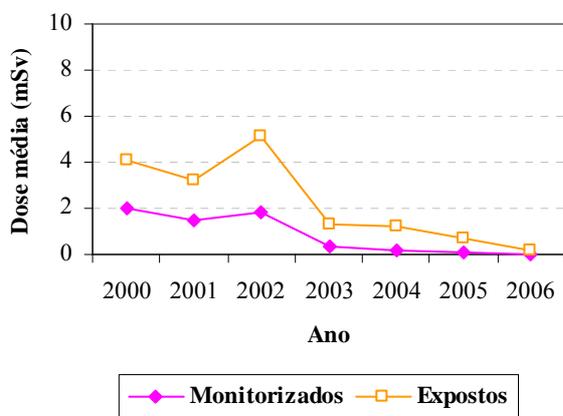


Figura 8.4 – Dose efectiva média (mSv) dos trabalhadores monitorizados e expostos, no sector das Minas, de 2000 a 2006.

Figura 8.5 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados, no sector das Minas, no período 2000 a 2006.

Na Tabela 8.5 e Figura 8.5 apresentam-se os valores da dose efectiva colectiva (man.Sv) dos trabalhadores monitorizados do sector das Minas no período 2000 a 2006.

Tabela 8.5 – Dose efectiva colectiva (man.Sv) dos trabalhadores monitorizados no sector das Minas, no período 2000 a 2006.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Dose efectiva colectiva	0,19	0,14	0,15	0,01	0,00	0,00	0,00

Nos anos 2000 a 2002 a dose efectiva colectiva apresentou um comportamento estável, com valores compreendidos entre 0,19 e 0,15 man.Sv. No entanto, em 2003 decresceu para valores inferiores a 0,01 man.Sv.

8.4 Instalações no sector das Minas

De acordo com a lista de códigos ESOREX (Tabela 2.2), identificaram-se no Sector das Minas dois grupos de instalações, designadamente, *Minas de Urânio* e *Outras Minas*, isto é, *Minas não uraníferas*. São apresentados em seguida os números de trabalhadores monitorizados e expostos, as respectivas distribuições por intervalos de dose efectiva anual, as percentagens, as doses efectivas médias e as doses efectivas colectivas para cada um dos grupos de instalações identificados.

Tabela 8.6 – Número total de trabalhadores monitorizados e expostos no sector MIN (cima); tipo de instalações no sector MIN, respectivo número de trabalhadores exposto e respectiva percentagem no universo dos trabalhadores expostos (%), no período 2000 a 2006.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Total Monitorizados	95	98	83	43	34	25	32
Total Expostos	46	44	29	11	4	2	2

Tipo de Instalações		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Minas de Urânio		44	44	29	10	3	0	0
		(95,7)	(100,0)	(100,0)	(90,9)	(75,0)	(0,0)	0,0
Outras minas		2	0	0	1	1	2	2
		(4,3)	(0,0)	(0,0)	(9,1)	(25,0)	(100,0)	(100,0)

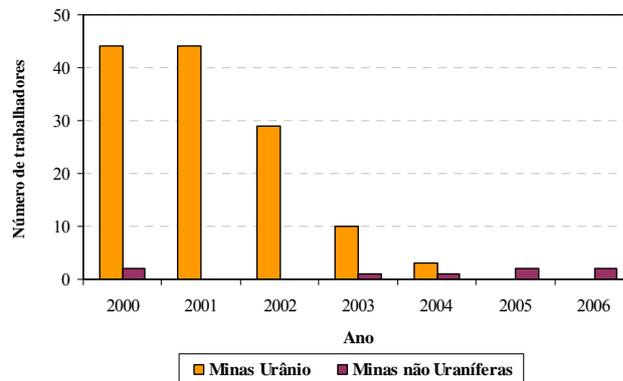


Figura 8.6.a – MIN: Número de trabalhadores expostos em cada tipo de instalação, no período de 2000 a 2006.

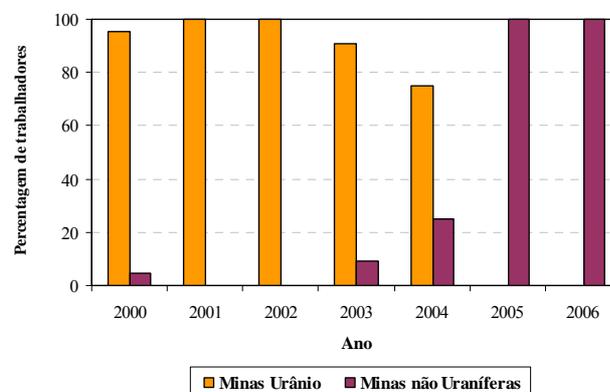


Figura 8.6.b – MIN: Importância relativa de cada tipo de instalação em termos da percentagem de trabalhadores expostos, no período 2000 a 2006.

8.4.1 Minas de Urânio

8.4.1.1 Minas de Urânio. Trabalhadores monitorizados e expostos

Tabela 8.7 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos e percentagens de trabalhadores expostos, nas instalações Minas de Urânio.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004
Monitorizados	44	45	31	11	3
Expostos	44	44	29	10	3
Expostos (%)	100,0	97,8	93,5	90,9	100,0

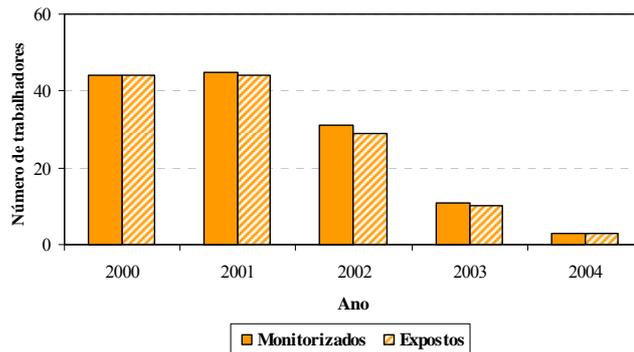


Figura 8.7 – Número de trabalhadores expostos nas instalações Minas de Urânio.

8.4.1.2 Minas de Urânio. Intervalos de dose efectiva

Tabela 8.8 – Número e respectivas percentagens de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, nas instalações Minas de Urânio

Intervalos de dose	2000		2001		2002		2003		2004	
	Nº	%								
0,1<E≤1	2	4,5	8	18,2	3	10,3	5	50,0	2	66,7
1<E≤6	32	72,7	31	70,5	21	72,4	5	50,0	1	33,3
6<E≤15	10	22,7	5	11,4	3	10,3	0	0,0	0	0,0
15<E≤20	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
20<E≤50	0	0,0	0	0,0	2	6,9	0	0,0	0	0,0
E≥50	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

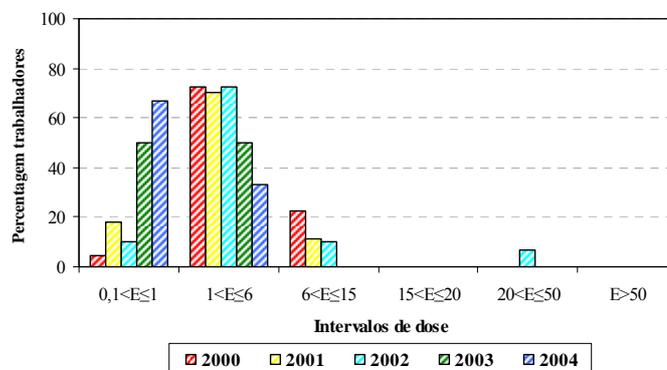


Figura 8.8 – Percentagem de trabalhadores expostos nas instalações Minas de Urânio, agrupados em seis intervalos de dose efectiva, no período 2000 a 2006.

8.4.1.3 Minas de Urânio. Dose efectiva média e Dose efectiva colectiva

Tabela 8.9 – Dose efectiva média (mSv) dos trabalhadores monitorizados e expostos, nas instalações do grupo Minas de Urânio, no período 2000 a 2006.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004
Monitorizados	4,2	3,1	4,8	1,2	1,3
Expostos	4,2	3,2	5,1	1,4	1,3

Tabela 8.10 – Dose efectiva colectiva (man.Sv) dos trabalhadores monitorizados nas instalações do grupo Minas de Urânio, no período 2000 a 2006.

	2000	2001	2002	2003	2004
Dose efectiva colectiva	0,19	0,14	0,15	0,01	0,00

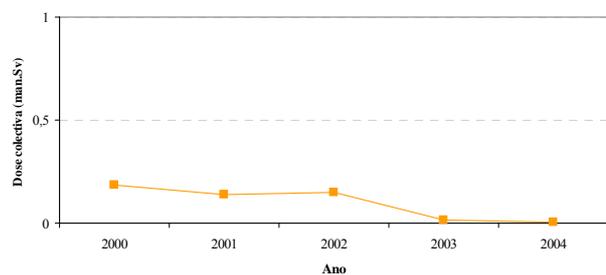
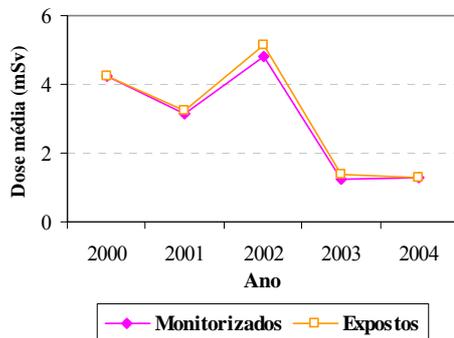


Figura 8.9 – Dose efectiva média dos trabalhadores monitorizados e expostos, em minas de urânio.

Figura 8.10 – Dose efectiva colectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos, em minas de urânio.

8.4.2 Minas não uraníferas

8.4.2.1 Minas não uraníferas. Trabalhadores monitorizados

Tabela 8.11 – Número de trabalhadores monitorizados e expostos e percentagens de trabalhadores expostos, em minas não uraníferas.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	51	53	52	32	31	25	32
Expostos	2	0	0	1	1	2	2
Expostos (%)	3,9	0,0	0,0	0,0	3,2	8,0	6,3

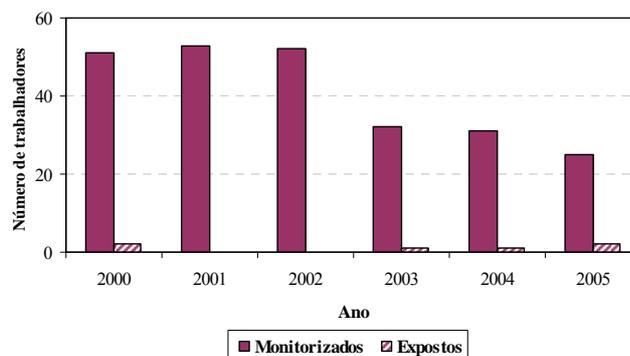


Figura 8.11 – Número de trabalhadores expostos, nas Minas não uraníferas.

8.4.2.2 Minas não uraníferas. Intervalos de dose efectiva

Tabela 8.12 – Número e respectivas percentagens de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em minas não uraníferas.

Intervalos de dose	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0,1<E≤1	2	100,0	0	0,0	0	0,0	1	100,0	1	100,0	2	100,0	2	100,0
1<E≤50	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
E≥50	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

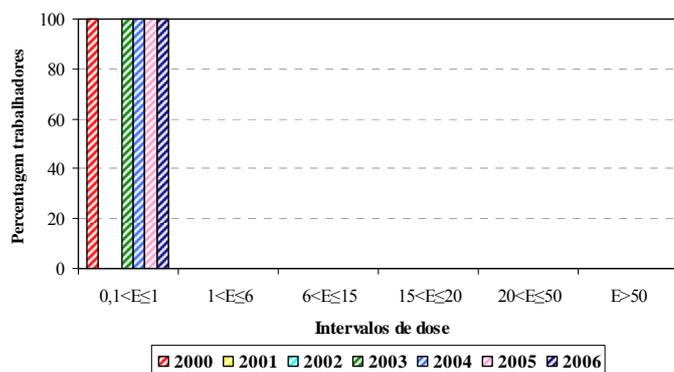


Figura 8.12 – Percentagem de trabalhadores expostos agrupados em 6 intervalos de dose efectiva, em minas não uraníferas.

8.4.2.3 Minas não uraníferas. Dose efectiva média e Dose efectiva colectiva

Tabela 8.13 – Dose média efectiva dos trabalhadores monitorizados e expostos (mSv), em minas não uraníferas.

Trabalhadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Monitorizados	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Expostos	0,8	0,0	0,0	1,0	0,1	0,1	0,2

Tabela 8.14 – Doses efectivas colectivas dos trabalhadores monitorizados (man.Sv), em minas não uraníferas.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Dose efectiva colectiva	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

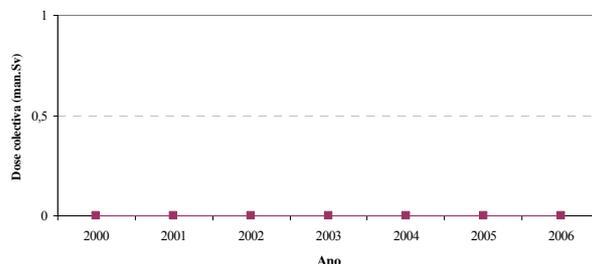
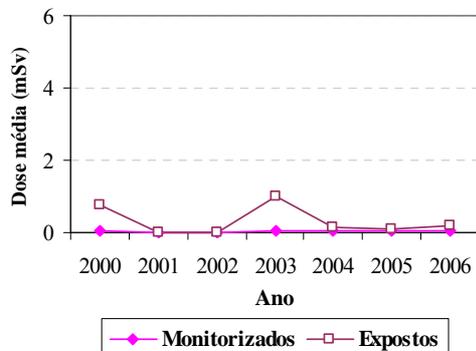


Figura 8.13 – Dose efectiva média (mSv) dos trabalhadores monitorizados e expostos, em minas não uraníferas.

Figura 8.14 – Dose efectiva colectiva (man.Sv) dos trabalhadores monitorizados, em minas não uraníferas

8.5 Panorama das actividades desenvolvidas no sector das Minas

Nos parágrafos seguintes resumem-se os principais aspectos identificados com os parâmetros de estudo apresentados na secção anterior, com o objectivo de proporcionar o panorama das actividades desenvolvidas no sector das Minas agrupando os trabalhadores em função da actividade principal da Instalação à qual se encontram afectos.

Minas de Urânio (8.4.1). No período de 2000 a 2006 a actividade de extracção e tratamento de minério de Urânio foi descontinuada. Por essa razão dispõe-se apenas de dados relativos ao período de 2000 a 2004 no qual se observa uma redução gradual do número de trabalhadores pela razão apontada. As distribuições de dose dos trabalhadores expostos nos anos 2000, 2001 e 2002 são as distribuições típicas deste tipo de actividade, centrada no intervalo $1 < E \leq 6$ mSv, alguma contribuição no intervalo de dose seguinte $6 < E \leq 15$ mSv e pequena no primeiro intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv. No ano de 2002 registaram-se dois trabalhadores com dose efectiva anual no intervalo $20 < E \leq 50$ mSv, não se tendo registado valores superiores a 50 mSv. A partir de 2003 a actividade correspondeu apenas à manutenção de instalações até à desactivação, na qual participaram poucos trabalhadores, tendo-se registado os valores que se apresentam. A dose efectiva média no período 2000 a 2002 para os trabalhadores monitorizados e expostos foi muito próxima (atendendo a que os números são praticamente coincidentes) e variou entre 3,1 e 5,1 mSv. A dose efectiva colectiva variou entre 0,14 e 0,19 man.Sv.

Minas não uraníferas (8.4.2). O número de trabalhadores monitorizados tem vindo a diminuir no período de 2000 a 2006, para cerca de 30 e o número de trabalhadores expostos é praticamente inexistente 1 a 2. Os valores de dose registados para estes dois trabalhadores estão contidos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv, correspondem muito provavelmente a flutuações do fundo radiológico.

8.6 Dose efectiva média no sector das Minas

8.6.1 Trabalhadores monitorizados

Da análise dos valores contidos nas Tabelas 8.9 e 8.13 observa-se uma grande disparidade nos valores da dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados em cada uma das actividades *Minas de Urânio* e *Minas não Uraníferas*, com predominância para a primeira.

8.6.2 Trabalhadores expostos

Quanto aos dados das Tabelas 8.9 e 8.13 observa-se, igualmente, uma grande discrepância nos valores da dose efectiva média para os trabalhadores expostos nas actividades *Minas de Urânio* e *Minas não Uraníferas*. Na primeira actividade, os trabalhadores monitorizados e expostos coincidem. Relativamente à segunda actividade, e no período 2000 a 2006 a dose média não excede 1 mSv.

8.7 Contribuição para a dose efectiva colectiva

De acordo com a análise anterior, a contribuição para a dose efectiva colectiva devido às actividades desenvolvidas neste sector provinha na totalidade da actividade associada às *Minas de Urânio*. Esta contribuição é também válida para a dose colectiva total apresentada na Tabela 4.24 e na Figura 4.23.

9 Conclusões

De seguida, resumem-se as principais conclusões relativas à Exposição Ocupacional em Portugal no período 2000 a 2006.

9.1 Total da exposição ocupacional (Capítulo 4)

O número total de instalações controladas e de trabalhadores monitorizados aumentou continuamente ao longo dos anos, à excepção de 2005 onde se observou um ligeiro decréscimo do número de instalações. No caso dos trabalhadores expostos verificou-se, igualmente, um aumento ao longo dos anos à excepção de 2001 e 2002. Nos anos subsequentes, o aumento foi mais significativo em 2005.

A dose efectiva média relativa a todos os trabalhadores monitorizados manteve um comportamento estável com uma aparente tendência para diminuir de 0,7 mSv em 2000 para 0,4 mSv em 2006. Relativamente ao conjunto dos trabalhadores expostos, a dose efectiva média anual parece diminuir de 2,4 mSv em 2000 para 1,2 mSv em 2006, provavelmente devido à tendência já anteriormente referida.

Neste período, observou-se um comportamento estável da dose efectiva colectiva, com valores compreendidos entre 6,0 e 5,1 man.Sv.

9.1.1 Total por sectores de actividade IND, INV, MED, MIN (Capítulo 4)

A análise das distribuições anuais permitiu as seguintes conclusões:

Sector Indústria (IND). Relativamente a este sector, as distribuições de dose apresentaram cerca de 90% dos trabalhadores nos dois primeiros intervalos de dose efectiva, ou seja $0,1 < E \leq 1$ mSv cerca de 33 a 69%, e $1 < E \leq 6$ mSv com cerca de 29 a 50%. A grande maioria dos restantes 10% receberam doses no intervalo seguinte $6 < E \leq 15$ mSv. No entanto o número de trabalhadores que receberam valores de dose entre 20 e 50 mSv apresenta uma tendência para decrescer (5 em 2000 e 2 em 2006), embora quer em 2005, quer em 2006 se tivesse registado um caso em cada ano com dose superior a 50 mSv.

Sector Investigação (INV). Relativamente a este sector, as distribuições de dose típicas deste sector apresentaram a totalidade das pessoas expostas nos dois primeiros intervalos de dose, ou seja $0,1 < E \leq 1$ mSv cerca de 77 a 95%, $1 < E \leq 6$ mSv com cerca de 5 a 22%. Não é habitual registarem-se trabalhadores com valores de dose efectiva anual em intervalos superiores, excepção verificada no ano 2002, no qual um trabalhador apresentou um valor de dose superior a 50 mSv.

Sector Medicina (MED). Relativamente a este sector, observou-se que o maior número de trabalhadores recebeu uma dose efectiva anual no primeiro e no segundo intervalos de dose, ou seja $0,1 < E \leq 1$ mSv cerca de 53 a 75%, $1 < E \leq 6$ mSv com cerca de 22 a 38%. No entanto, é característico deste sector a existência de trabalhadores com valores de dose efectiva anual em todos os intervalos, apresentando distribuições com cauda que se estendem até aos valores de dose mais elevados. No período em apreço, registou-se um número de pessoas com dose anual superior a 20 mSv, que diminuiu de cerca de 39 em 2000 para 15 em 2006.

Sector Minas (MIN). Relativamente a este sector, a análise restringiu-se ao período 2000 a 2002, atendendo a que a partir de 2003 o número de trabalhadores afectos a este sector tendeu para zero, devido ao encerramento da exploração das minas de Urânio. Nos anos 2000 a 2003 observou-se uma distribuição típica centrada no intervalo $1 < E \leq 6$ mSv com 70% e rodeada à esquerda e à direita por valores próximos de 10 a 20%.

A dose efectiva média relativa aos trabalhadores monitorizados permaneceu estável no período 2000 a 2006 para todos os sectores de actividade excepto no caso do sector mineiro. Observaram-se sempre valores inferiores a 0,8 mSv em cada ano, à excepção do sector mineiro onde se observaram valores compreendidos entre 1,4 e 2,0 nos primeiros três anos de 2000 a 2002, período durante o qual as minas de Urânio ainda se encontravam em actividade.

Relativamente aos trabalhadores expostos, nos sectores IND, INV e MED, verificou-se um decréscimo da dose efectiva média de 2000 a 2006, com uma variação de 2,9 a 1,6 mSv (IND), 0,7 a 0,4 mSv (INV) e 2,3 a 1,1 mSv (MED). No sector mineiro (MIN) a dose efectiva média nos anos 2000 a 2002 manteve-se mais elevada, decrescendo depois atendendo ao encerramento gradual desta actividade.

No período de 2000 a 2006, observou-se um comportamento estável da dose colectiva, sendo a variação máxima observada na IND entre 0,6 e 0,9 man.Sv, na MED entre 4,3 e 5,1 man.Sv, nas MIN decresceu de 0,2 para valores muito próximos de 0 man.Sv devido ao encerramento da actividade, e na INV valores inferiores a 0,1 man.Sv.

Relativamente à contribuição de cada sector para a dose colectiva total, a Medicina (83 a 87%) e a Indústria (12 a 16%) foram os sectores de maior influência para a dose colectiva total. Os restantes, a Investigação (0,1 a 0,7%), e as Minas (3% para 0, no período de 2000 a 2002).

9.2 Exposição ocupacional na Indústria (Capítulo 5)

O número de instalações controladas, de trabalhadores monitorizados, bem como de trabalhadores expostos ($E > 0,1$ mSv) aumentou continuamente ao longo dos anos de 2000 até 2006, excepto em 2005.

A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados manteve um comportamento estável, entre 0,5 e 0,7 mSv. Relativamente aos trabalhadores expostos a dose efectiva média situou-se, aproximadamente, em 3 mSv, observando-se um decréscimo para cerca de metade nos anos seguintes.

Nos anos 2000 a 2002 dose efectiva colectiva apresentou um comportamento estável, com valores compreendidos entre 0,62 e 0,70 man.Sv. Nos anos 2005 e 2006 a dose efectiva colectiva neste sector apresentou uma ligeira tendência para aumentar.

9.2.1 Panorama das actividades desenvolvidas IND

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

Radiografia industrial (5.4.1). No período de 2000 a 2006, o número de trabalhadores monitorizados manteve-se estável à volta de 100, enquanto que o número de expostos veio gradualmente a diminuir. As distribuições de dose dos trabalhadores expostos apresentaram uma maior concentração nos primeiros três 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 aumentou de 44 para 68%, no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv decresceu de 50 para 24%, enquanto que no intervalo $6 < E \leq 15$ mSv manteve-se em cerca de 13%. Nos anos de 2001, 2002 e 2003 registou-se em cada ano 1 trabalhador com dose efectiva anual superior a 20 mSv, não se tendo registado doses anuais superiores a 50 mSv. 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. A dose efectiva colectiva variou entre 0,06 e 0,19 man.Sv neste grupo.

Radiografia industrial em câmara (5.4.2). No período 2000 a 2006, o número de trabalhadores monitorizados manteve-se em cerca de 34, tendo o número de trabalhadores expostos variado entre 12 e 3. As distribuições de dose dos trabalhadores expostos apresentaram uma maior concentração nos dois primeiros intervalos de dose efectiva, com alguns registos em intervalos de dose efectiva mais elevada, superior a 6 mSv. Excluindo os casos extremos, o número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv rondou os 70%, enquanto que no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv rondou os 22%. Nos anos 2000 e 2005 cerca de 10% receberam doses no intervalo $6 < E \leq 15$ mSv. O número de trabalhadores com dose efectiva anual superior a 20 mSv foi nulo, com excepção em 2002. Não se registaram doses anuais superiores a 50 mSv. 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. A dose efectiva colectiva foi inferior a 0,02 man.Sv.

Radiografia industrial em estaleiro (5.4.3). No período 2000 a 2006, o número de trabalhadores monitorizados teve algumas flutuações mantendo-se nos últimos três anos em cerca de 120, enquanto que o número de trabalhadores expostos apresentou tendência para aumentar para cerca de 70. As distribuições de dose dos trabalhadores expostos apresentaram 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 pareceu aumentar para 50%, tendência que se manteve no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv de 28 para 37%. No intervalo $6 < E \leq 15$ mSv manteve-se em média cerca de 13%. O número de trabalhadores com dose efectiva anual superior a 20 mSv variou entre 1 e 4, números maiores do que os restantes grupos do sector da indústria. 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. A dose efectiva colectiva variou entre 0,18 e 0,26 man.Sv.

Outras aplicações industriais (5.4.4). O número de trabalhadores monitorizados e expostos aumentou consideravelmente no período de 2000 a 2006, respectivamente para 1.500 e 340. As distribuições de dose dos trabalhadores expostos apresentaram a 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 aumentou de 35 para 71%, enquanto que no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv decresceu de 56 para 27%. O número de trabalhadores no terceiro intervalo $6 < E \leq 15$ mSv decresceu também de 6 para 2%. Neste período, e exceptuando o ano de 2005 registou-se em cada ano um trabalhador com dose efectiva anual superior a 20 mSv. Também exceptuando o ano de 2006, não se registaram doses anuais superiores a 50 mSv neste período. 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. A dose efectiva colectiva variou entre 0,19 e 0,50 man.Sv.

Irradiação industrial (5.4.5). O número de trabalhadores monitorizados e expostos foi relativamente baixo, no entanto aumentou no período de 2000 a 2006, respectivamente para 37 e cerca de 7. Dado o reduzido número de trabalhadores, as distribuições de dose têm pouco significado, não se tendo registado doses efectivas anuais superiores a 6 mSv no período em estudo. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi inferior a 0,3 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,4 e 0,6 mSv. A dose efectiva colectiva foi inferior a 0,01 man.Sv.

Electromedicina (5.4.6). No período 2000 a 2006, o número de trabalhadores monitorizados e expostos aumentou gradualmente para cerca de 180 e 40, respectivamente. A distribuição de doses dos trabalhadores expostos apresentou um maior número nos dois primeiros intervalos

de dose efectiva. Exceptuando os anos de 2000 e 2001, nos anos seguintes o número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv aumentou de 46 para 89%, enquanto que no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv diminuiu de 50 para 11%. Nos três primeiros anos registou-se um número inferior a 4% no terceiro intervalo de dose. No ano 2000 registou-se um trabalhador com dose efectiva anual superior a 20 mSv, e no ano 2005 outro com dose superior a 50 mSv. 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 0,8 mSv. A dose efectiva colectiva variou entre 0,03 e 0,12 man.Sv.

Transporte de material radioactivo (5.4.7). Neste grupo o número de trabalhadores foi muito reduzido, cerca de 4 e todos receberam dose no período de 2003 a 2006. Os valores das doses recebidas situaram-se no intervalo $1 < E \leq 6$ mSv e $6 < E \leq 15$ mSv, embora em 2005 se tivesse registado um valor de dose entre $15 < E \leq 20$ mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados e para os trabalhadores expostos variou, em ambos os casos entre 4,0 e 8,6 mSv. A dose efectiva colectiva variou entre 0,02 e 0,03 man.Sv.

9.2.2 Contribuição para a dose efectiva média IND

Relativamente à dose efectiva média para trabalhadores monitorizados devido a cada uma das actividades 5.4.1 a 5.4.7 do sector da Indústria, observou-se que de uma maneira geral, os valores mais elevados provieram das actividades *Radiografia industrial em estaleiro* e *Radiografia industrial genérica*. Para as restantes actividades a dose média foi inferior a 1 mSv.

Em relação à dose efectiva média para trabalhadores expostos devido a cada uma das actividades 5.4.1 a 5.4.7 do sector da Indústria, a actividade *Transporte de material radioactivo* correspondeu à dose média mais elevada. Verificou-se um decréscimo global da dose média para os trabalhadores das actividades *Radiografia industrial genérica* e *Radiografia industrial em estaleiro*. A partir de 2003, os trabalhadores expostos das restantes actividades receberam doses médias inferiores a 3 mSv por ano. Observa-se também um ligeiro crescimento da dose média na *Electromedicina*, bem como na actividade genérica *Outras aplicações industriais*.

9.2.3 Contribuição para a dose efectiva colectiva IND

O grupo genérico *Outras actividades industriais* constituiu a componente principal da dose efectiva colectiva, dado que cerca de dois terços dos trabalhadores monitorizados foram agrupados neste sector, até ao momento pouco diferenciado. As outras duas actividades principais foram a *Radiografia industrial em estaleiro* (contribuição decrescente de 37 para 23%) e a *Radiografia industrial genérica* (também decrescente de 30 para 10%, a partir de 2002). A contribuição da *Electromedicina* para a dose efectiva colectiva decresceu para 4%, apesar do resultado observado no ano de 2005.

9.3 Exposição ocupacional na Investigação (Capítulo 6)

Neste sector, o número de instalações controladas e de trabalhadores monitorizados manteve-se estável no período 2000 a 2004, apresentando um decréscimo nos anos 2005 e 2006. No entanto, o número de trabalhadores expostos ($E > 0,1$ mSv) aumentou ao longo dos anos de 2000 até 2006, particularmente nos anos 2004 e 2005.

A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados manteve um comportamento estável. Relativamente aos trabalhadores expostos e exceptuando o ano de 2002 a dose efectiva média variou entre 0,7 e 0,4 mSv.

A dose efectiva colectiva no sector da Investigação variou entre 0,01 e 0,04 man.Sv, tendo-se registado um valor anormalmente mais elevado no ano de 2002.

9.3.1 Panorama das actividades desenvolvidas INV

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

Investigação (6.4.1). No período de 2000 a 2006, os números de trabalhadores monitorizados e expostos sofreu flutuações, tendendo para cerca de 202 e de 50, respectivamente. As distribuições de dose dos trabalhadores expostos apresentaram uma concentração elevada no primeiro intervalo de dose efectiva. Excluindo o ano de 2004, o número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv variou entre 90 e 100%, enquanto que no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv variou entre 0 e 10%. Não se registaram valores de dose efectiva anual superior a 6 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi inferior a 0,3 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,3 e 0,6 mSv. A dose efectiva colectiva variou entre 0,01 e 0,03 man.Sv.

Ensino Superior (6.4.2). No período 2000 a 2006, o número de trabalhadores monitorizados diminuiu, para cerca de 40, tendo o número de trabalhadores expostos variado entre 1 e 7. O número de trabalhadores foi demasiado reduzido para se poderem interpretar as distribuições de dose. No entanto, as doses mais elevadas foram inferiores a 6 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados foi inferior a 0,1 mSv e para os trabalhadores expostos variou entre 0,3 e 1,2 mSv. A dose efectiva colectiva foi sempre inferior a 0,01 man.Sv.

Investigação nuclear (6.4.3). No período 2000 a 2006, o número de trabalhadores monitorizados, cerca de 170, veio a diminuir enquanto que o de trabalhadores expostos aumentou ligeiramente para cerca de 25. As distribuições de dose dos trabalhadores expostos neste sector apresentaram novamente uma concentração elevada nos dois primeiros intervalos de dose efectiva. O número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv variou entre 71 e 100%, enquanto que no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv o número de trabalhadores diminuiu para 8%. No período em estudo, registou-se um caso de dose efectiva superior a 50 mSv, em 2002. 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 8,1 mSv. A dose efectiva colectiva manteve-se inferior a 0,06 man.Sv.

9.3.2 Contribuição para a dose efectiva média INV

De uma maneira geral, e excluindo uma flutuação pontual, as doses efectivas médias para trabalhadores monitorizados devido a cada uma das actividades 6.4.1 a 6.4.3 do sector da Investigação, foram sempre inferiores a 0,2 mSv. Observou-se um ordenamento segundo as actividades *Investigação*, *Ensino superior* e *Investigação nuclear (ITN)*.

De uma maneira geral, a dose efectiva média para trabalhadores expostos devido a cada uma das actividades 6.4.1 a 6.4.3 do sector da Investigação foi sempre inferior a 1,2 mSv (excepto 2002), com predominância para a actividade *Ensino superior*. As actividades *Investigação* e *Investigação nuclear (ITN)*, tiveram valores médios muito próximos entre si.

9.3.3 Contribuição para a dose efectiva colectiva INV

Os valores da dose efectiva colectiva neste sector foram de uma ordem de grandeza inferior aos valores dos outros sectores, pelo que em valor absoluto foram desprezáveis quando comparados com a dose efectiva colectiva recebida por exemplo, nos sectores da Medicina e da Indústria. No entanto, procedeu-se ao mesmo tipo de análise relativamente às contribuições

de cada área de actividade para a dose efectiva colectiva na Investigação. A actividade *Ensino superior* teve uma contribuição inferior a 20% aparentemente estável. A contribuição da actividade *Investigação nuclear (ITN)* apresentou uma tendência decrescente, enquanto que a actividade *Investigação genérica* teve uma contribuição inferior a 70%.

9.4 Exposição ocupacional na Medicina (Capítulo 7)

O número de instalações controladas, bem como de trabalhadores monitorizados aumentou significativamente ao longo dos anos. No período 2001 a 2003 o número de trabalhadores expostos ($E > 0,1$ mSv) variou entre 25 e 29%, no entanto, em 2004, 2005 e 2006 verificou-se também um aumento do número deste tipo de trabalhadores.

A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados manteve um comportamento estável. A dose efectiva média para os trabalhadores expostos foi de 2,3 mSv (2000-2002) com tendência para decrescer a partir de 2003, para cerca de 1,2 e 1,1 mSv (2005 e 2006).

A dose efectiva colectiva variou entre 5,28 e 4,31 man.Sv, não se observando uma tendência de comportamento.

9.4.1 Panorama das actividades desenvolvidas MED

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

Radiologia convencional (7.4.1). Este grupo foi o segundo maior grupo em termos de número de trabalhadores. O número de trabalhadores monitorizados e expostos aumentou consideravelmente no período de 2000 a 2006, respectivamente para cerca de 2500 e 900. As distribuições de dose dos trabalhadores expostos apresentaram a configuração típica das distribuições no sector médico, 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 aumentou de 45 para 75%, enquanto que no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv decresceu de 42 para 22%. O número de trabalhadores com dose efectiva anual superior a 20 mSv decresceu de cerca de 11 para 6 pessoas no período em apreço. Em 2000, 2001 e 2005 registaram-se doses anuais superiores a 50 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,5 e 1,1 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 1,3 e 4,0 mSv. A dose efectiva colectiva variou entre 1,18 e 1,58 man.Sv, sendo a mais elevada no conjunto.

Radiologia de intervenção (7.4.2). O número de trabalhadores monitorizados e expostos aumentou no período de 2000 a 2006, respectivamente para cerca de 750 e 300. As distribuições de dose dos trabalhadores expostos apresentaram a configuração típica das distribuições no sector médico, 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 aumentou de 36 para 69%, enquanto que no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv decresceu de 49 para 27%. O número de trabalhadores com dose efectiva anual superior a 20 mSv decresceu de cerca de 7 para 3 pessoas, números menores do que no grupo anterior. Em 2000, 2001 e 2005 registaram-se doses anuais superiores a 50 mSv. 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. A dose efectiva colectiva variou entre 0,33 e 0,76 man.Sv.

Cardiologia (7.4.3). O número de trabalhadores monitorizados e expostos aumentou consideravelmente no período de 2000 a 2006, respectivamente para cerca de 500 e 200. As distribuições de dose dos trabalhadores expostos apresentaram a configuração típica das

distribuições no sector médico. O número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv aumentou de 38 para 60%, enquanto que no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv decresceu de 48 para 34%. O número de trabalhadores com dose efectiva anual superior a 20 mSv variou entre 5 e 1 pessoas, tendo-se registado apenas uma pessoa em 2002 com doses anual superior a 50 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,9 e 1,6 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 1,9 e 3,6 mSv. A dose efectiva colectiva variou entre 0,38 e 0,57 man.Sv.

Radiologia Cirúrgica (7.4.4). O número de trabalhadores monitorizados e expostos aumentou consideravelmente no período de 2000 a 2006, respectivamente para cerca de 1200 e 400. As distribuições de dose dos trabalhadores expostos apresentaram um número elevado (cerca de 80%) no primeiro intervalo de $0,1 < E \leq 1$ mSv e praticamente os restantes trabalhadores expostos no segundo intervalo de $1 < E \leq 6$ mSv. Registou-se apenas uma pessoa com dose efectiva entre 20 e 50 mSv no ano de 2006. 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. A dose efectiva colectiva variou entre 0,08 e 0,36 man.Sv.

Radiologia e terapia hospitalares (7.4.5). Foi o grupo com maior número de trabalhadores. O número de trabalhadores monitorizados e expostos aumentou gradualmente no período de 2000 a 2006, respectivamente para cerca de 3400 e 1100. As distribuições de dose dos trabalhadores expostos apresentaram, à semelhança do verificado em *Radiologia convencional*, *Radiologia de intervenção* e *Cardiologia*, a configuração típica das distribuições no sector médico. O número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv aumentou de 65 para 81%, enquanto que no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv decresceu de 29 para 17%. O número de trabalhadores com dose efectiva anual superior a 20 mSv variou entre 5 e 1 pessoas, excepto no ano 2000 onde se registaram 12 pessoas nestas condições. No ano 2000 e no ano 2004, registaram-se respectivamente 1 e 2 pessoas com dose anual superior a 50 mSv. 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. A dose efectiva colectiva variou entre 0,98 e 1,64 man.Sv. Este grupo, junto com o primeiro, também contribuiu bastante para a dose colectiva no sector médico.

Radioterapia (7.4.6). O número de trabalhadores monitorizados manteve-se razoavelmente constante de 2003 a 2006 em cerca de 750 pessoas, enquanto que o número de expostos apresentou um ligeiro decréscimo, cerca de 200 pessoas. As distribuições de dose concentraram-se nos primeiro e segundo intervalos de dose efectiva e algumas pessoas no terceiro intervalo. O número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv aumentou de cerca de 70 para 90%, no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv decresceu de cerca de 28 para 7%, enquanto que no intervalo $6 < E \leq 15$ mSv variou entre 1 e 5%. Registou-se apenas uma pessoa com dose efectiva anual compreendida entre 20 e 50 mSv no ano 2000, enquanto que em 2006 se registou um indivíduo com dose anual superior a 50 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,2 e 0,6 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,6 e 1,5 mSv. A dose efectiva colectiva variou entre 0,13 e 0,32 man.Sv.

Medicina nuclear (7.4.7). O número de trabalhadores monitorizados aumentou gradualmente no período de 2000 a 2006, para cerca de 500 enquanto que o número de expostos manteve-se aproximadamente constante em torno a 300. As distribuições de dose dos trabalhadores expostos apresentaram configurações semelhantes ao longo dos anos, nas quais cerca de 90% se situaram nos dois primeiros intervalos de dose efectiva, e 4 a 8% no terceiro. O número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv apresentou uma ligeira subida dos 40 para 50%, acompanhada de um decréscimo de 50 para 45% no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$.

Registaram-se doses efectivas anuais superiores a 20 mSv entre 2000 e 2003 (entre 4 a 1 pessoas) e ninguém recebeu uma dose anual superior a 50 mSv. 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 2,5 mSv. A dose efectiva colectiva área variou entre 0,51 e 0,75 man.Sv neste grupo, que contribuiu também para a dose colectiva neste sector.

Medicina dentária (7.4.8). No período de 2000 a 2006 o número de trabalhadores monitorizados sofreu algumas flutuações, mantendo-se em cerca de 400, enquanto que se verificou um ligeiro aumento no número de expostos em torno a 100 (aproximadamente). Mais um grupo em que as distribuições de dose dos trabalhadores expostos apresentaram novamente a configuração típica das distribuições no sector médico, 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 aumentou de 40 para 91%, no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv decresceu de 40 para 7%, enquanto que no intervalo $6 < E \leq 15$ mSv decresceu de cerca de 15 para 2%. Em 2003 e 2004 registaram-se respectivamente 2 e 1 trabalhador com dose efectiva anual compreendida entre 20 mSv e 50 mSv. Não se registaram doses superiores a 50 mSv. 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. A dose efectiva colectiva variou entre 0,10 e 0,18 man.Sv neste grupo.

Medicina veterinária (7.4.9). No período de 2003 a 2006 o número de trabalhadores monitorizados e expostos aumentou consideravelmente para 200 e 50, respectivamente. As distribuições de dose dos trabalhadores expostos apresentaram uma concentração muito elevada no primeiro e no segundo intervalo de dose. No período 2004 a 2006, o número de trabalhadores expostos no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv aumentou de 57 para 82%, no intervalo seguinte $1 < E \leq 6$ mSv decresceu de 43 para 18%. No ano 2005 registou-se 3% no intervalo $6 < E \leq 15$ mSv. Exceptuando a situação descrita no parágrafo anterior, não se registaram valores de dose superiores a 6 mSv. Em 2003 e 2004 registaram-se respectivamente 2 e 1 trabalhador com dose efectiva anual compreendida entre 20 mSv e 50 mSv. Não se registaram doses superiores a 50 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados manteve-se em torno a 0,2 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,6 e 1 mSv. A dose efectiva colectiva, variou entre 0,01 e 0,03 man.Sv neste grupo.

Outras actividades médicas (7.4.10). Constituiu o sector com menor número de pessoas. No período de 2000 a 2006 o número de trabalhadores monitorizados e expostos variou à volta de 120 e 40, respectivamente. As distribuições de dose dos trabalhadores expostos restringiram-se ao primeiro e segundo intervalos de dose, variando entre 65 e 85% no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv e entre 11 para 35%, no segundo intervalo de $1 < E \leq 6$ mSv, sem tendência. Não se registaram valores de dose superiores a 6 mSv. A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 0,1 e 0,4 mSv e no caso dos trabalhadores expostos variou entre 0,5 e 0,9 mSv. A dose efectiva colectiva, variou entre 0,01 e 0,04 man.Sv neste grupo.

9.4.2 Contribuição para a dose efectiva média MED

De uma maneira geral, observou-se que as curvas relativas às doses efectivas médias para trabalhadores monitorizados nas actividades 7.4.1 a 7.4.10 apresentaram-se orientadas no sentido descendente, sugerindo um decréscimo global da dose média. Os valores mais elevados provieram das actividades *Medicina nuclear* e *Cardiologia*, e não excederam 1,7 mSv, seguidas das actividades *Radiologia de intervenção*, *Outras aplicações médicas*, *Radiologia convencional*, *Medicina dentária*. Neste período registou-se também um ligeiro aumento nas actividades de *Medicina veterinária* e *Radiologia cirúrgica*.

A mesma configuração e aspecto das curvas foram observadas relativamente à dose efectiva média para trabalhadores expostos nas actividades deste sector, sugerindo do mesmo modo um decréscimo global da dose média. Nos últimos anos, a partir de 2004, e por ordem decrescente da respectiva dose média, observou-se o seguinte ordenamento *Cardiologia*, *Medicina nuclear*, *Radiologia de intervenção* e *Radiologia convencional*. Com valores médios inferiores a 1 mSv surgiram as actividades de *Medicina dentária*, *Medicina veterinária*, *Outras aplicações médicas* e, por último, *Radioterapia*.

9.4.3 Contribuição para a dose efectiva colectiva MED

As actividades de *Radiologia convencional* e *Radiologia convencional e terapia (hospitais)* apresentaram as maiores contribuições para a dose efectiva total, entre 20 e 30%. A *Medicina Nuclear* teve igualmente uma contribuição importante, entre 10 e 16%. A *Radiologia de intervenção* e a *Cardiologia* apresentaram contribuições muito semelhantes, respectivamente, entre 8 e 14% e entre 7 a 10%. Enquanto que a *Radiologia cirúrgica* apresentou uma tendência de subida de 2 para 8%, a *Radioterapia* (variação entre 6 e 3%) e a *Medicina dentária* (variação entre 4 e 3%) apresentaram tendências decrescentes. Os grupos de *Medicina veterinária* e de *Outras aplicações médicas* tiveram contribuições muito inferiores, relativamente às outras observadas neste sector.

9.5 Exposição ocupacional na Minas (Capítulo 8)

O número de instalações controladas manteve-se, contudo o número de trabalhadores monitorizados diminuiu com o encerramento das minas de Urânio. Pela mesma razão, o número de trabalhadores expostos ($E > 0,1$ mSv), inicialmente cerca de 45 a 48%, deixou de ter expressão.

A dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados variou entre 1,4 e 2,0 mSv (2000 a 2002), enquanto que para os trabalhadores expostos variou entre 3,2 e 5,1 mSv. A partir de 2003, os valores da dose efectiva média decresceram para 0,0 mSv, em ambos os tipos de trabalhadores deste sector, pela razão já devidamente apontada.

Nos anos 2000 a 2002 a dose efectiva colectiva apresentou um comportamento estável, com valores compreendidos entre 0,19 e 0,15 man.Sv. A partir de 2003 decresceu para valores inferiores a 0,01 manSv.

9.5.1 Panorama das actividades desenvolvidas MIN

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

Minas de Urânio (8.4.1). No período de 2000 a 2006 a actividade de extracção e tratamento de minério de Urânio foi descontinuada. Por essa razão, dispôs-se apenas de dados relativos ao período compreendendo os anos 2000 a 2004 no qual se observou a redução do número de trabalhadores. As distribuições de dose dos trabalhadores expostos nos anos 2000, 2001 e 2002 são as distribuições típicas deste tipo de actividade, centrada no intervalo $1 < E \leq 6$ mSv, alguma contribuição no intervalo de dose seguinte $6 < E \leq 15$ mSv e pouca no primeiro intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv. No ano de 2002 registaram-se dois trabalhadores com dose efectiva anual no intervalo $20 < E \leq 50$ mSv, não se tendo registado valores superiores a 50 mSv. A partir de 2003 a actividade correspondeu apenas à manutenção de instalações até à desactivação, na qual participaram poucos trabalhadores, tendo-se registado os valores que se apresentaram. A dose efectiva média no período 2000 a 2002 para os trabalhadores monitorizados e expostos foi

muito próxima (atendendo a que os números são praticamente coincidentes) e variou entre 3,1 e 5,1 mSv. A dose efectiva colectiva variou entre 0,14 e 0,19 man.Sv.

Minas não uraníferas (8.4.2). O número de trabalhadores monitorizados diminuiu gradualmente no período de 2000 a 2006, para cerca de 30 e o número de trabalhadores expostos foi praticamente inexistente 1 a 2. Os valores de dose registados para estes dois trabalhadores situaram-se no intervalo $0,1 < E \leq 1$ mSv, e correspondendo muito provavelmente a flutuações do fundo radiológico.

9.5.2 Contribuição para a dose efectiva média MIN

Verificou-se uma grande disparidade nos valores da dose efectiva média para os trabalhadores monitorizados em cada uma das actividades das *Minas de Urânio* e das *Minas não Uraníferas*, com predominância para a primeira. Observou-se também uma grande disparidade nos valores da dose efectiva média para os trabalhadores expostos nas actividades das *Minas de Urânio* (monitorizados e expostos coincidem) e das *Minas não Uraníferas* (poucos trabalhadores).

9.5.3 Contribuição para a dose efectiva colectiva MIN

A contribuição para a dose colectiva devido às actividades desenvolvidas no sector das Minas proveio na totalidade, da actividade associada às *Minas de Urânio*.

9.6 Conclusão final

No período 2000 a 2006, o número total de trabalhadores monitorizados aumentou continuamente ao longo dos anos, de 8.500 para cerca de 12.350.

Considerando o limite anual de dose efectiva em vigor no período 2000 a 2006 (DR 9/1990⁽¹⁰⁾), apenas 2,8% dos trabalhadores monitorizados receberam uma dose efectiva anual superior a 15 mSv (3/10 do limite) no ano de 2000, valor que diminuiu para 0,6% em 2006. Neste período, o número de trabalhadores que excederam 50 mSv não excedeu 4 (2001), tendo-se registado 3 em 2002 e 2004, 2 em 2000 e 2005, 1 em 2006 e nenhum no ano 2003.

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, o número de trabalhadores com dose superior a 6 mSv variou de 10% (2001 e 2002) para 3% em 2006. Neste período, o número de trabalhadores que excederam 20 mSv diminuiu de 1,7% (2000) para cerca de 0,4% em 2006, correspondendo, respectivamente, a 44 trabalhadores em 2000, 23 em 2001, 26 em 2002, 22 em 2003, 17 em 2004 12 em 2005 e 18 em 2006.

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

Para finalizar, tal como referido no Capítulo 2, Capítulo 5 e restantes Capítulos, o RCD continuará a envidar todos os esforços para que os dados requeridos no que concerne às funções exercidas pelos trabalhadores nas instalações onde exercem as respectivas actividades profissionais lhe sejam transmitidos, de modo que o RCD possa num futuro próximo realizar estudos mais pormenorizados, que por falta de informação ainda não foi possível realizar.

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 (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. 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		Cód.	Sector	
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		Cód.	Sector	
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		Cód.	Sector	
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		Radiação γ		Radiação X		Radiação β	
1. Seladas	<input type="checkbox"/>	3. ^{60}Co	<input type="checkbox"/>	9. 0-40kV	<input type="checkbox"/>	14. ^{90}Y	<input type="checkbox"/>
2. Não seladas	<input type="checkbox"/>	4. ^{137}Cs	<input type="checkbox"/>	10. 40-120kV	<input type="checkbox"/>	15. ^3H	<input type="checkbox"/>
		5. ^{192}Ir	<input type="checkbox"/>	11. 120-400kV	<input type="checkbox"/>	16. ^{14}C	<input type="checkbox"/>
		6. ^{241}Am	<input type="checkbox"/>	12. > 400kV	<input type="checkbox"/>	17. ^{32}P	<input type="checkbox"/>
		7. ^{99}Tc	<input type="checkbox"/>	13. Outros	<input type="checkbox"/>	18. Outros	<input type="checkbox"/>
		8. Outros	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<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)		