



ANÁLISE DE DADOS DE MONITORAÇÃO INDIVIDUAL EXTERNA DE 2005 A 2010 EM RADIODIAGNÓSTICO E MEDICINA NUCLEAR

*Magon, M.F.A.*¹, *Mascarenhas, Y. M.*², *Amaral, C. S. T.*³

¹ SAPRA Landauer, São Carlos, Brasil, magon@sapra.com.br

² SAPRA Landauer, São Carlos, Brasil, yvone@sapra.com.br

³ SAPRA Assessoria, São Carlos, Brasil, tahara@sc.usp.br

Resumo: Os benefícios do uso da radiação ionizante são conhecidos e evidenciados pela sua ampla aplicação. No entanto, os riscos associados a sua aplicação devem ser considerados e mantidos sob controle, e em níveis em que os benefícios sejam maiores que os riscos. O objetivo deste trabalho é apresentar uma análise descritiva das doses anuais acumuladas por trabalhadores ocupacionalmente expostos à radiação na área de Radiodiagnóstico e Medicina Nuclear. O estudo utilizou uma base de dados de doses com cerca de: 35000 usuários em 2005, 37000 em 2006, 40000 em 2007, 46000 em 2008, 55000 em 2009 e 62000 usuários em 2010, evidenciando o aumento do número de usuários por ano. A análise dos dados foi realizada de três maneiras: considerando os valores de dose ANR (Abaixo do Nível de Registro) e registros incompletos, sem considerar os valores de doses ANR, e por último considerando os valores de dose ANR e com doze (12) registros de dose por ano. Esse estudo nos permitiu confirmar que nos setores de Hemodinâmica e Medicina Nuclear existe a ocorrência de doses mais elevadas. A variação das doses nos setores pode indicar diversas causas e devem ser revistos continuamente e mantidos sob controle pelos responsáveis da instituição, de modo a garantir o controle das doses e fazer cumprir os princípios de proteção radiológica.

Palavras chave: Monitoração individual externa, Dosimetria, Radiodiagnóstico, Hemodinâmica, Medicina Nuclear.

1. INTRODUÇÃO

Os benefícios do uso da radiação ionizante são evidentes em todos os setores da sociedade: na indústria, em pesquisas e na geração de energia, principalmente na área médica para terapia e diagnóstico. No entanto, os riscos associados a sua aplicação tanto para os indivíduos da população, para os trabalhadores ocupacionalmente exposto à radiação como para os pacientes na área médica devem ser considerados e mantidos sob controle, em níveis em que os benefícios sejam maiores que os riscos, sendo este um dos princípios básicos de proteção radiológica. Para os trabalhadores ocupacionalmente exposto à radiação o controle das doses é obrigatório sendo realizado por meio da monitoração individual externa. A Comissão Nacional de Energia Nuclear [1] estabelece os limites de doses anuais permitidos para todos os indivíduos expostos à radiação. Para Radiodiagnóstico médico e odontológico e para Medicina Nuclear, o Ministério da Saúde [2], [3] e do Trabalho [4] fiscalizam e estabelecem as diretrizes básicas de radioproteção incluindo-se dentre outras, o controle de saúde ocupacional e a monitoração individual.

O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise descritiva das Doses individuais (Hx) anuais acumuladas de trabalhadores ocupacionalmente exposto á radiação na área de Radiodiagnóstico e Medicina Nuclear, no período de 2005 a 2010. O estudo utilizou uma base de dados de Dose

Individual (Hx) mensal e anual. De modo a garantir a confidencialidade nos dados analisados não foram mencionadas informações sobre as instituições e/ou indivíduos.

2. MATERIAS E MÉTODOS

Este estudo utilizou uma base de dados de doses, referentes ao período de 2005 a 2010, de acordo com o número de usuários de cada ano de instituições de saúde armazenados no banco de dados da Sapra Landauer.

A monitoração individual externa é realizada por meio da grandeza Hp(d) operacional, sendo definida como o produto da dose absorvida em um ponto, na profundidade **d** do corpo humano, pelo fator de qualidade da radiação nesse ponto, definida pela Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP) e pela Comissão Internacional de Medidas e Unidades de Radiação (ICRU). A grandeza utilizada para as análises neste trabalho foi a Dose Individual (Hx) estabelecida e definida até o presente momento para monitoração individual externa pela norma CNEN 3.01/002[5] como o produto do valor determinado pelo dosímetro individual, usado na superfície do tronco, calibrado em termos de Kerma no ar, pelo fator $f = 1,14$ Sv/Gy. A unidade da Dose Individual empregada é miliSievert (mSv) e utilizada pelos Serviços de Monitoração Individual Externa, conforme norma da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) – Instituto de Radioproteção e

Dosimetria (IRD), através do Comitê de Avaliação de Serviços de Monitoração Individual Externa - CASMIE/IRD norma IRD RT 003.01/95 - 01/10/95 [6]. Os valores de anual foram obtidos pela leitura de dosímetros termoluminescentes (LiF) utilizados na região mais exposta do tronco e usados para estimar a Dose Efetiva de Corpo Inteiro. Para Radiodiagnóstico, aqui considerado como o setor de Raios-X, compreendendo raios-x convencional, tomografia, mamografia, centros cirúrgicos, leitos e CTI, e para o Setor de Hemodinâmica foram analisados os dosímetros utilizados na lapela e por cima do avental plumbífero. Para o setor de Medicina Nuclear os dosímetros utilizados na lapela sem uso de avental. Para os setores de Raios-X e Hemodinâmica, quando do uso de avental plumbífero, o dosímetro individual deve ser colocado sobre o avental, aplicando-se um fator de correção de 1/10 [2] para estimar a Dose Efetiva, definida como a média aritmética ponderada das doses equivalentes nos diversos órgãos. Neste estudo não foi aplicado nenhum fator de correção pelo uso do avental.

A análise dos dados foi realizada de três maneiras, como forma ou mecanismo de melhor explorar ou obter informações a partir dos dados de monitoração por setor e por ano: distribuição do número de usuários, resumo descritivo das doses anuais, e análise das doses anuais por intervalo de dose.

A análise da distribuição do número de usuários para cada um dos setores e por ano foi feita: 1) para usuários considerando os valores de dose ANR (Abaixo do Nível de Registro valores abaixo de 0.19 mSv, considerados como zero), para finalidade de cálculo de dose anual a ser enviada para o banco nacional de dados de dosimetria e mantidos pela CNEN e registros incompletos; 2) para usuários com doze (12) registros de dose por ano.

Para a análise descritiva dos dados de dose anual foram utilizadas as medidas de tendência central (média, mediana e moda) e medidas de variabilidade (desvio-padrão), apresentadas em tabelas e gráficos. A utilização da média como medida para a descrição dos dados deve ser complementada com uma medida de variabilidade, pois a presença de valores discrepantes ou *outliers* podem alterar a valor da média e sua interpretação. Como meio de comparar essa influencia dos *outliers* na média, calculamos a mediana, que é uma medida robusta à presença de *outliers*. O cálculo da mediana é baseado em postos, ou seja, os dados devem ser ordenados, sendo a mediana o valor que divide esse grupo em duas partes iguais. Assim os menores e maiores valores ocuparão os extremos desse conjunto e não interferem no valor da mediana. A moda é o valor de maior frequência do conjunto.

Na análise descritiva das doses anuais para cada um dos setores e por ano foi considerado:

- 1) usuários com valores de doses ANR e os com registros de doses incompletos por diferentes causas;
- 2) usuários com valores de doses maiores que ANR;
- 3) usuários para os quais foram obtidos doze (12) registros efetivos de dose num ano.

Para a análise dos dados de dose anual por intervalo de dose foram considerados somente os usuários com doze (12) registros completos, por setor e por faixa de valores de dose.

3. RESULTADOS

3.1 NÚMERO DE USUÁRIOS

Na Tabela 1 é apresentado o número total de usuários analisados no período de 2005 a 2010 por setor e representada na Figura 1. Observa-se que o Raios-X é o setor com cerca de 90% dentre os indivíduos monitorados. Apesar do aumento de usuários a cada ano, observa-se que a distribuição do número de usuários monitorados entre os setores varia pouco, no entanto, ocorre um pequeno aumento no percentual (Tabela 2) de pessoas monitoradas nos setores de Hemodinâmica e Medicina Nuclear no decorrer dos anos, enquanto que para o setor de Raios-X permanece quase inalterado em relação aos outros setores no período analisado.

Tabela 1: Nº de usuários analisados considerando os valores ANR e registros incompletos de 2005 a 2010 por setor.

Setor	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Raios-X	33028	34143	37137	41979	50759	57431.00
Hemodinâmica	883	1219	1452	1757	1977	2220.00
Medicina Nuclear	1682	1842	2023	2438	2819	3312.00
Número Total	35593	37204	40612	46174	55555	62963

Tabela 2: Percentagem de usuários analisados considerando os valores ANR e registros incompletos de 2005 a 2010 por setor

Porcentagem por setor	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Raios- X	92,79	91,77	91,44	90,91	91,37	91,21
Hemodinâmica	2,48	3,28	3,58	3,81	3,56	3,53
Medicina Nuclear	4,73	4,95	4,98	5,28	5,07	5,26

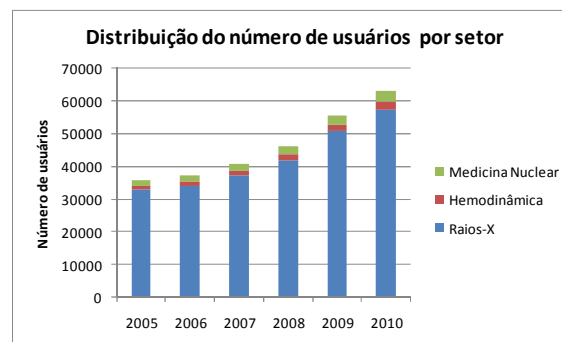


Figura 1: Distribuição do número de usuários considerando os valores ANR e registros incompletos por setor.

Na Tabela 3 é apresentado o número total de usuários analisados e a distribuição entre os setores no período de 2005 a 2010, para os quais foram registradas doze (12) leituras por ano. Esta tabela é representada na Figura 2 e pode ser observado que em Raios-X devido ao número grande de indivíduos monitorados, mesmo considerando-se apenas os indivíduos que foram monitorados doze meses por ano, ainda é o setor com cerca de 90% dentre os indivíduos monitorados. Este percentual se manteve dentre todos os usuários monitorados por setor de 2005 a 2009, como mostrado anteriormente na Tabela 1, com exceção de 2010 que houve um decréscimo mais acentuado para Hemodinâmica e Medicina Nuclear. Observa-se na Tabela 4 que também ocorre um pequeno aumento no percentual de pessoas monitoradas nos setores de Hemodinâmica e Medicina Nuclear no decorrer dos anos, enquanto que para o

Raios-X permanece quase inalterado em relação aos outros setores e no período analisado. O decréscimo no número total de pessoas monitoradas por setor, quando é desconsiderado os usuários com registro de dose menores que doze (12) por ano, pode ser devido a diversos fatores, incluindo-se: alteração no quadro de pessoas monitoradas numa instituição num mesmo ano mantendo-se o mesmo número de pessoas envio de monitores com mais de noventa (90) dias e notificação de dano ao dosímetro. Estas situações que impossibilitam os registros da leitura são consideradas como Leitura Impossível (LI). No ano de 2010, apesar de ter ocorrido um aumento no número de usuários, os usuários com doze (12) registros no ano decaiu.

Tabela 3: Número de usuários analisados de 2005 a 2010 por setor com doze (12) registros de dose por ano

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Raios-X	14215	14022	14471	15840	17964	22985
Hemodinâmica	613	634	720	858	1041	1142
Medicina Nuclear	895	949	1006	1070	1374	1582
Número total	15723	15605	16197	17768	20379	25709

Tabela 4: Porcentagem de usuários analisados de 2005 a 2010 por setor, com doze (12) registros de dose por ano

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Raios-X	90.4%	89.9%	89.3%	89.1%	88.1%	89.4%
Hemodinâmica	3.9%	4.1%	4.4%	4.8%	5.1%	4.4%
Medicina Nuclear	5.7%	6.1%	6.2%	6.0%	6.7%	6.2%

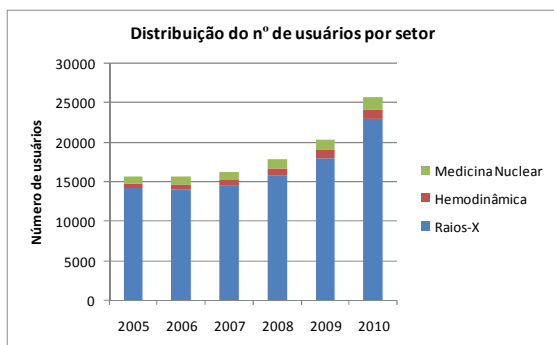


Figura 2: Distribuição do número de usuários por setor com doze (12) registros de dose por ano.

3.2 DISTRIBUIÇÃO POR DOSE ANUAL

A Tabela 5 apresenta a análise descritiva para a Dose Individual (Hx) anual no período de 2005 a 2010 para os três setores: Raios-X, Hemodinâmica e Medicina Nuclear. Nos dados apresentados na Tabela 5 foram considerados os indivíduos que receberam em algum período valores de dose ANR e/ou monitorados com registros de dose incompletos, para que fosse possível realizar uma primeira análise das doses anuais. Os valores de dose anual média são representados na Figura 3. O valor mais frequente de dose (moda) é ANR, sendo a maior ocorrência nos três setores. O valor alto para o desvio-padrão indica a presença de valores extremos (*outliers*) de dose nos três setores, que na sua maioria pode ser dito que sejam exposições com o dosímetro e não a ocorrência de dose para o usuário. Os valores altos para a dose média também podem ser

explicados pela presença de *outliers*. A mediana reflete melhor a idéia de dose anual média para os usuários para todos os setores.

As doses anuais médias e medianas para Hemodinâmica e Medicina Nuclear são maiores que para Raios-X, assim como o desvio-padrão. Pode ser observado na Figura 3 que nos valores da dose anual média de 2005 a 2006 ocorreu um aumento pouco significativo no setor de Raios-X com uma redução em 2010.

Para Medicina Nuclear não houve grande alteração no valor da dose anual média de 2005 a 2009 e em 2010 ocorreu uma significativa redução na dose anual média que pode ser atribuído a uma tomada de atitude mais rígida em termos de proteção radiológica pelos responsáveis.

Para Hemodinâmica houve um decréscimo no valor da dose anual média de 2005 a 2006 e se manteve quase constante de 2007 até 2010, podendo ser atribuído a um maior controle nas doses, pois nesta área são conhecidamente maiores que outras áreas, e por ser uma atividade mais restrita e de mais fácil controle das doses pelos responsáveis.

Na Figura 4 são mostradas as doses anuais medianas nos três setores. Nos setores de Radiologia e Medicina Nuclear pode ser visto que a dose anual mediana se manteve ANR nos anos de 2005 e 2010. Para Hemodinâmica pode ser visto que a dose anual mediana se manteve 0,2mSv nos anos de 2005 e 2010 com um decréscimo para ANR no ano de 2006. Estes resultados mostram a influência dos valores extremos no cálculo da dose anual média, e a influência do ANR no cálculo da média e da mediana.

Tabela 5. Resumo descritivo das doses anuais: média, mediana e moda por setor, considerando os valores ANR e os registros incompletos.

Ano	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Raios X						
Média	0.4	0.6	0.4	0.5	0.4	0.3
Mediana	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR
Moda	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR
Desvio padrão	6.7	28.4	8.0	15.9	16.4	4.4
Hemodinâmica						
Média	4.0	3.7	3.2	3.4	3.1	3.2
Mediana	0.2	ANR	0.2	0.2	0.2	0.2
Moda	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR
Desvio padrão	12.3	10.0	7.8	8.5	8.3	20.7
Medicina Nuclear						
Média	3.0	3.0	3.1	3.2	3.2	1.9
Mediana	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR
Moda	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR
Desvio padrão	10.6	8.8	9.8	11.6	43.2	7.4

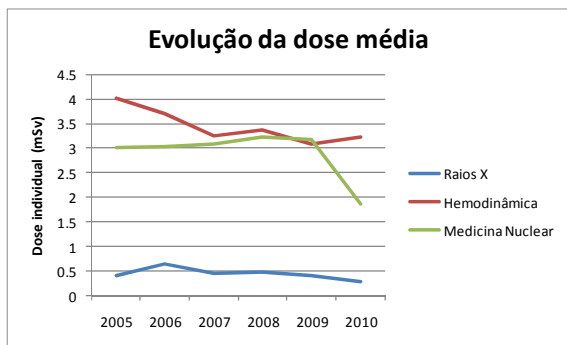


Figura 3: Dose anual média no período de 2005 a 2010 por setor considerando os valores ANR e registros incompletos

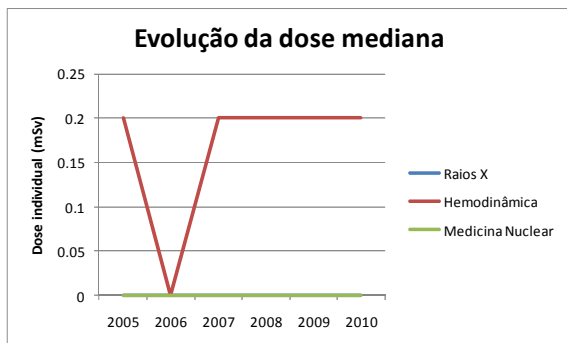


Figura 4: Dose mediana anual no período de 2005 a 2010 por setor considerando os valores ANR e medições incompletas

Nos dados da Tabela 6 foram desconsiderados os valores de dose ANR, portanto, refere-se a doses Acima do Nível de Registro, o que pode refletir as doses efetivamente recebidas pelos usuários. Pode ser observado na Figura 5 que ocorreu um aumento nos valores de dose anual média anual de 2005 a 2006 nos três setores. Este comportamento pode estar relacionado ao aumento no número de exames realizados pelos trabalhadores, atendendo a demanda na área de diagnóstico, uma vez que nesta análise foram desconsiderados os valores ANR.

Para o setor de Raios-X de 2006 a 2008 há um aumento na dose anual média continua e em 2010 há um decréscimo, que pode ser atribuído a uma tomada de atitude em termos de proteção radiológica pelos responsáveis. Pode ser observado que o valor mais frequente de dose anual (moda) está no intervalo de 0,2 a 0,5mSv. e a mediana no intervalo de 0,5 a 1,6mSv. A dose anual média varia de 2,62 a 5,82mSv de 2005 a 2010, com um aumento de 2005 a 2008, havendo um decréscimo a partir de 2009.

Para Medicina Nuclear de 2007 a 2010 ocorreu uma redução na dose anual média acentuando-se em 2010, que também pode ser atribuído a uma tomada de atitude mais rígida em termos de proteção radiológica pelos responsáveis, referente ao rodízio de funcionários e seus procedimentos de rotina, uma vez que este valor, ao serem desconsiderados os valores ANR reflete um decréscimo efetivo nas doses anuais. Pode ser observado que o valor mais frequente de dose anual (moda) no intervalo de 0,2 a 0,5mSv, a mediana estão no intervalo de 1,3 a 4,0mSv. A dose anual média varia de 4,37 a 8,15mSv de 2005 a 2010, com um aumento em 2006 a 2007, havendo um decréscimo a partir de 2008.

Para Hemodinâmica de 2007 a 2008 houve um decréscimo no valor da dose anual média, com um acréscimo em 2009 e um novo decréscimo em 2010. Nesta análise ao serem excluídos os valores ANR, pode ser mais bem observado o comportamento de decréscimo contínuo nos valores das doses anuais. Este decréscimo pode ser devido a um controle maior nas doses, uma vez que neste setor os valores de dose anual são maiores devido aos tempos longos de exames (diagnóstico e intervenção), podendo ser atribuído ao rodízio de funcionários, melhores equipamentos e/ou mais adequados [7] e a melhora nos procedimentos de trabalho. Pode ser observado que o valor mais frequente de dose anual (moda) varia entre 0,2 e 1,1mSv e a mediana está no intervalo de 1,9 a 4,05mSv. A dose anual média varia de 6,17 a 8,71mSv de 2005 a 2010, aumento em 2007 e um decréscimo até 2010.

O desvio-padrão alto nos três setores indica grande variabilidade dos dados e a presença de valores *outliers*, os quais não foram excluídos da análise, mesmo se tendo o conhecimento de que podem não representar doses efetivamente recebidas. Em 2010 para os setores de Raios-X e Medicina Nuclear houve um decréscimo no desvio padrão indicando que nesse ano os dados variaram menos. Para 2010 em Hemodinâmica houve um aumento neste desvio indicando mais dispersão nos valores.

Na Figura 6 são mostrados os valores de doses anuais medianas nos três setores. Devido a exclusão dos valores ANR e pelo fato da mediana não ser influenciada pelos *outliers* pode ser mais bem observada a influência dos valores extremos no cálculo da dose anual média, assim como a influência do ANR no cálculo da média e da mediana.

Tabela 6. Resumo descritivo das doses anuais: média, mediana, moda e desvio-padrão por setor desconsiderando valores ANR.

Ano	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Raios-X						
Média (mSv)	2.62	4.89	5.82	5.12	4.17	3.23
Mediana (mSv)	0.5	1.5	1.6	1.5	1.4	0.50
Moda (mSv)	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.20
Desvio Padrão (mSv)	16.54	18.57	28.67	17.92	16.95	15.22
Hemodinâmica						
Média (mSv)	7.93	8.71	7.49	6.8	7.03	6.17
Mediana (mSv)	2.5	4.05	3.7	2.5	3.6	1.90
Moda (mSv)	0.2	1.1	0.5	0.8	0,5	0.30
Desvio Padrão (mSv)	16.38	13.89	10.43	18.63	11.49	28.34
Medicina Nuclear						
Média (mSv)	6.17	8.15	8.07	7.75	7.33	4.37
Mediana (mSv)	2.3	4	3.95	3.7	3	1.30
Moda (mSv)	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.20
Desvio Padrão (mSv)	14.53	13.02	14.66	16.33	26.4	10.79

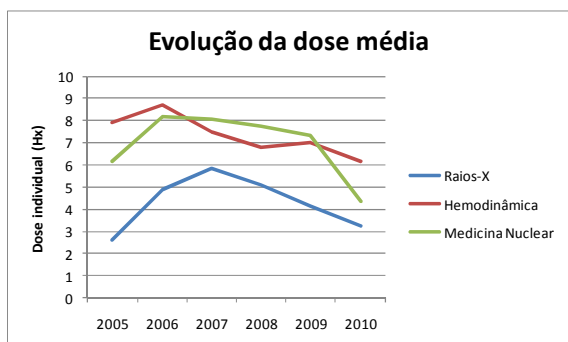


Figura 5. Dose anual média no período de 2005 a 2010 por setor, desconsiderando os valores ANR

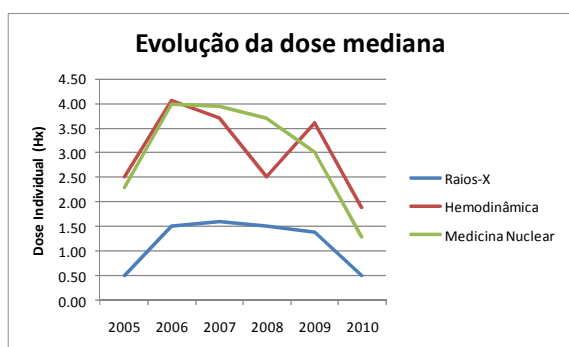


Figura 6. Dose anual mediana no período de 2005 a 2010 por setor desconsiderando os valores ANR

A Tabela 7 apresenta a análise descritiva para as doses anuais nos três setores considerando os valores de dose ANR e apenas os usuários com dose (12) registros de dose por ano. Pode-se notar que os valores da dose anual média (Figura 7) para o setor de Raios-X se manteve entre os valores 0.52 e 0.74 mSv.

A dose anual média para o setor de Hemodinâmica variou no intervalo de 4.01 a 5.43 mSv, com um aumento em 2010. A dose anual média para o setor de Medicina Nuclear variou no intervalo de 2.79 a 5.21mSv e houve uma queda acentuada no ano de 2010. Os valores da dose anual mediana (Figura 8) para o setor de Raios-X são iguais a zero, para o setor de Medicina Nuclear oscilou entre os valores 0.0(ANR) e 0.40mSv e para o setor de Hemodinâmica oscilou de 0.20 a 0.40mSv.

O valor de maior frequência (moda) para os três setores e em todos os anos foi igual a 0.0 (ANR).

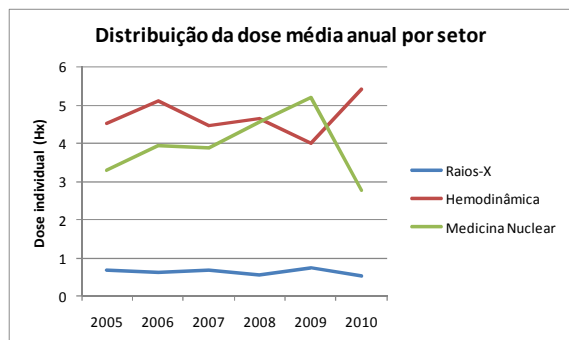


Figura 7: Dose anual média no período de 2005 a 2010 por setor considerando os valores ANR e com doze (12) registros por ano

Tabela 7: Dose anual média dos usuários por setor no período de 2005 a 2010 considerando ANR e com doze (12) registros por ano.

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Raios-X						
Média	0.69	0.63	0.69	0.55	0.74	0.52
Mediana	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR
Moda	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR
Desvio padrão	9.31	6.87	9.01	5.34	26.64	5.58
Hemodinâmica						
Média	4.51	5.11	4.47	4.66	4.01	5.43
Mediana	0.20	0.20	0.30	0.30	0.40	0.40
Moda	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR
Desvio padrão	13.39	12.86	9.96	10.68	9.78	29.22
Medicina Nuclear						
Média	3.31	3.93	3.88	4.54	5.21	2.79
Mediana	0.20	0.00	0.20	0.20	0.20	0.20
Moda	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR
Desvio padrão	8.37	10.21	11.41	13.96	61.51	8.97

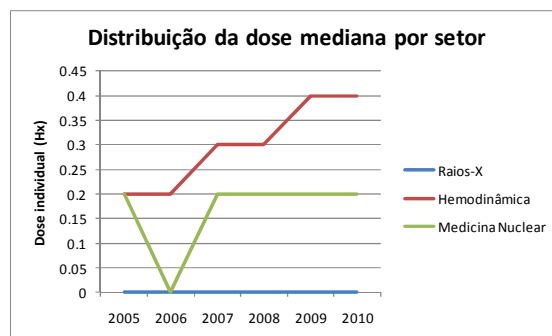


Figura 8: Dose anual mediana no período de 2005 a 2010 por setor considerando os valores ANR e com doze (12) registros por ano

O desvio-padrão foi relativamente alto para todos os setores, sendo o ano de 2009 o ano com maior variabilidade dos dados para o Setor de Raios-X e Medicina Nuclear e no ano de 2010 para o Setor de Hemodinâmica.

3.3 DISTRIBUIÇÕES DAS DOSES ANUAIS POR INTERVALO DE DOSE

A Tabela 8 apresenta uma análise descritiva do comportamento por faixa de dose anual de 2005 a 2010 nos três setores, considerando os valores ANR e os registros incompletos de dose. Observa-se que o valor de dose ANR representa cerca de 80% dos usuários, sendo um resultado positivo indicando que os usuários não recebem doses acima do registro. Os intervalos com valores de dose anual de 0,2mSv a 20mSv representavam 17,9% em 2005 e de 14,5% em 2010 e a acima de 20mSv representa menos de 1%, como mostrado na Figura 9.

Tabela 8: Porcentagem de usuários em todos os setores, por intervalo de dose anual considerando os valores ANR e os registros incompletos.

Todos os Setores	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0 mSv a 0.19 mSv	81.6%	81.2%	83.7%	82.3%	81.8%	85.2%
0.2 mSv a 20 mSv	17.9%	18.3%	15.8%	17.2%	17.8%	14.5%
20.1 mSv a 50 mSv	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.3%	0.2%
50.1 mSv a 100 mSv	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
Mais de 100 mSv	0.0%	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%

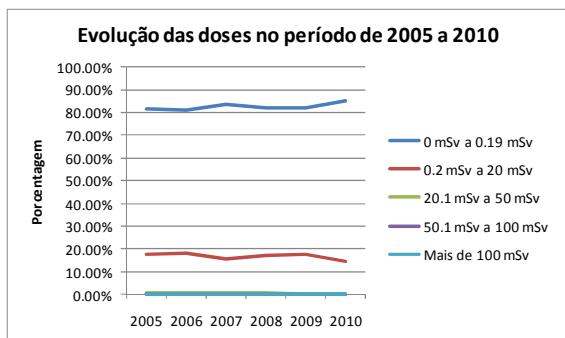


Figura 9: Porcentagem de usuários por intervalo de dose no período de 2005 a 2010 considerando os valores ANR e registros incompletos

A análise seguinte da evolução das doses por ano foi realizada para o caso de usuários com doze (12) registros de doses e estão resumidos nas Tabelas 9, 10 e 11, por setor, por ano e por faixa de dose, considerando os valores de dose ANR de 2005 a 2010.

Para o setor de Raios-X na Tabela 9 pode ser observado que a faixa de dose ANR representa cerca de 80%, sendo um resultado positivo por indicar que os usuários não recebem doses acima do nível de registro. As faixas com valores de 0.2mSv a 20mSv representavam 22,1% em 2005 e 16.3% em 2010 e a faixa acima de 20mSv representam menos de 1%. Estes resultados são mostrados na Figura 10. Podemos observar que a proporção de usuários dentro do intervalo ANR, para o setor de Raios-X tem aumentado.

Tabela 9: Evolução das doses anuais do setor de Raios-X no período de 2005 a 2010 com doze (12) registros de dose por ano

Raios-X	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0 a 0.19 mSv	77.4%	79.0%	81.4%	79.8%	76.8%	83.3%
0.2 a 20 mSv	22.1%	20.6%	18.1%	19.9%	22.9%	16.3%
20.1 a 50 mSv	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.2%
50.1 a 100 mSv	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
Mais de 100 mSv	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%

Tabela 10: Evolução das doses anuais do setor de Hemodinâmica no período de 2005 a 2010 com doze (12) registros por ano

Hemodinâmica	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0 a 0.19 mSv	49.9%	48.6%	46.8%	44.4%	41.3%	39.1%
0.2 a 20 mSv	44.0%	44.2%	47.8%	50.1%	54.9%	56.0%
20.1 a 50 mSv	4.7%	5.7%	4.4%	4.2%	3.3%	4.1%
50.1 a 100 mSv	0.7%	1.1%	1.0%	1.2%	0.4%	0.4%
Mais de 100 mSv	0.7%	0.5%	0.0%	0.1%	0.2%	0.4%

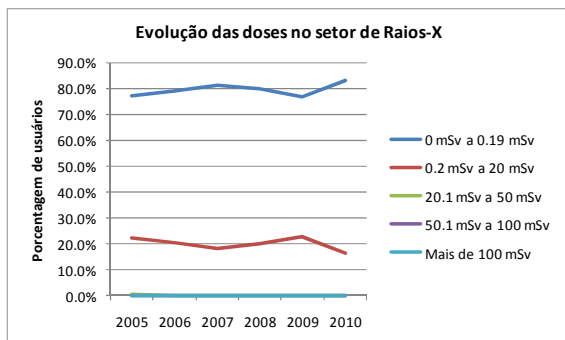


Figura 10: Evolução das doses anuais no setor de Raios-X considerando os valores ANR e os doze (12) registro por ano

Para o setor de Hemodinâmica na Tabela 10 pode ser observado que a faixa de dose ANR representa cerca de 50%, e pode ser visto que esta porcentagem tem diminuído a cada ano, sendo que a faixa de 0.2 de a 20mSv tem aumentado progressivamente e no ano de 2010 atingiu 56% das doses anuais recebidas, sendo notada uma tendência crescente desse intervalo. A faixa acima de 20mSv representa cerca de 5% das doses anuais. Estes resultados são mostrados na Figura 11.

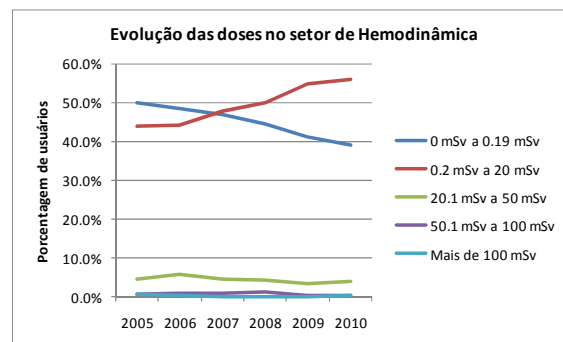


Figura 11: Evolução das doses anuais no setor de Hemodinâmica considerando os valores ANR e com doze (12) registro de dose por ano

Para o setor de Medicina Nuclear na Tabela 11 pode ser observado que a faixa de dose ANR e a faixa de 0,2 de a 20mSv representam cerca de 48%. A faixa acima de 20mSv a 50mSv representa cerca de 2,0% das doses anuais e a faixa de 50 a 10mSv representa cerca de 1% das doses anuais recebidas. Estes resultados são mostrados na Figura 12.

Tabela 11: Evolução das doses anuais no setor de Medicina Nuclear considerando os valores ANR e com doze (12) registros de dose por ano

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0 a 0.19 mSv	47.0%	50.2%	49.7%	49.4%	45.5%	47.3%
0.2 a 20 mSv	49.9%	45.6%	46.2%	46.5%	51.5%	49.7%
20.1 a 50 mSv	2.2%	3.1%	3.1%	2.1%	1.7%	2.3%
50.1 a 100 mSv	0.8%	1.1%	0.5%	1.4%	0.9%	0.4%
Mais de 100 mSv	0.0%	0.1%	0.5%	0.5%	0.4%	0.2%

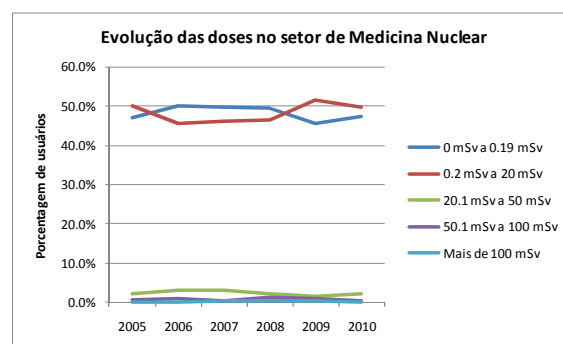


Figura 12: Evolução das doses anuais no setor de Medicina Nuclear considerando os valores ANR e com doze (12) registro de dose por ano

4. CONCLUSÕES

Este estudo mostrou de forma quantitativa que os indivíduos ocupacionalmente expostos à radiação nos setores de Hemodinâmica e Medicina Nuclear estão sujeitos a maiores doses anuais do que no Setor de Raios-X. Além disso, nesta análise foi constatada uma variação (aumento e decréscimo) nas doses médias anuais em cada setor, de ano

a ano, indicando que os procedimentos de trabalho, equipamentos [6], instalações, dentre outros fatores, devem ser revistos continuamente e mantidos sob controle por seus responsáveis, no que se refere ao controle das doses para fazer cumprir os princípios de proteção radiológica.

Na análise descritiva foi constatada a ocorrência de valores extremos de doses o que pode indicar ter havido exposições nos dosímetros sem que o usuário tenha sido exposto à radiação. Isto indica a necessidade de maior controle sobre os procedimentos de uso dos dosímetros e também a conscientização do usuário com os cuidados com o seu dosímetro, para que se garanta que o registro das doses represente o histórico real de doses recebidas na sua rotina de trabalho com radiação ionizante.

Na análise descritiva foi também constatada uma redução drástica no número de usuários monitorados, quando foram considerados os usuários com doze (12) registros de dose por ano. Esta redução pode afetar consideravelmente o cálculo das doses anuais quando se pensa na situação em que o indivíduo esteve exposto, mas não pode haver o registro das doses por não haver devolução dos dosímetros no prazo correto, ou por ter havido danos aos dosímetros, o que impossibilita a leitura da dose recebida, principalmente para setores que efetivamente são expostos à radiação, como Hemodinâmica e Medicina Nuclear.

Apesar das doses anuais médias em Hemodinâmica e Medicina Nuclear não apresentarem valores altos no período analisado, a porcentagem de usuários com doses no intervalo de 0.2mSv a 20mSv e no intervalo de 20 a 50mSv, quando comparado com o setor de Raios-X, pode ser observado um aumento no decorrer dos anos, indicando uma tendência que deve ser cuidadosamente observada.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à SAPRA Landauer por disponibilizar os dados de doses para a realização do estudo e ao CNPq pelo apoio financeiro, concedendo bolsa de pesquisador.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CNEN -NN -3.01. Diretrizes de Proteção Radiológica – Janeiro 2005.
- [2] SECRETARIA DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (SVS). Portaria n. 453 de 01 de junho de 1998 – Diretrizes de Proteção Radiológica em Radiodiagnóstico Médico e Odontológico. Diário Oficial, República Federativa do Brasil, ano CXXXVI, n. 103-E, Brasília DF, Junho 1998.
- [3] DIRETORIA COLEGIADA DA AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA) - RDC Nº 38 de 04 de Junho de 2008 - Regulamento Técnico para a instalação e funcionamento de Serviços de Medicina Nuclear “in vivo.
- [4] MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO – Portaria n.485 – Aprova a Norma Regulamentadora n.º 32 – Segurança e Saúde no Trabalho em Estabelecimentos de Saúde - de 11 de novembro de 2005
- [5] CNEN -NN -3.01/002 - Diretrizes de Proteção de Proteção Radiológica– DRS - Posição Regulatória 3.01 /002 - Fatores de Ponderação para as Grandezas de Proteção Radiológica - – Janeiro 2005
- [6] CNEN – IRD - CASMIE - - RT 003.01/95 - 01/10/95 [6] - Desempenho de Sistemas de Monitoração Individual
- [7] M.F.A. Magon, M.L.N Ebisawa, Y.M.Mascarenhas. Análise dos Laudos de Controle de Qualidade dos Equipamentos de Raios -X do Estado de São Paulo. In: Anais do V CONGRESSO BRASILEIRO DE METROLOGIA - Metrologia para a competitividade em áreas estratégicas, 9 a 13 de novembro, 2009.