

LEVANTAMENTO DO NÚMERO DE EXAMES DE RADIODIAGNÓSTICO EM PACIENTES SUBMETIDOS À INTERNAÇÃO HOSPITALAR¹

A SURVEY OF FREQUENCY RADIODIAGNOSIS EXAMINATION IN HOSPITALIZED PATIENTS

Fernanda da Silva² e Ana Paula Schwarz³

RESUMO

O objetivo, neste trabalho, é realizar um levantamento do número total de exames que utilizam radiação ionizante e fazer a estimativa da dose efetiva recebida pelos pacientes que foram submetidos à internação hospitalar. Os pacientes do sexo feminino apresentaram-se em maior número. Os exames com RX convencional predominaram em relação a Tomografia Computadorizada, seguidos do Ultrassom e da Ressonância Magnética. Dezenove pacientes receberam uma dose efetiva entre 10 a 15 mSv, 11 pacientes de 0 a 5 mSv, 11 pacientes de 15 a 20 mSv, 12 pacientes de 20 a 25 mSv, 5 pacientes de 5 a 10 mSv, 5 pacientes de 25 a 30 mSv, 7 pacientes de 35 a 40 mSv, 3 pacientes de 30 a 35 mSv, 2 pacientes de 45 a 50 mSv, 1 paciente de 40 a 45 mSv e 3 pacientes de 50 a 55 mSv, totalizando 80 pacientes pesquisados. A análise consciente de cada exame solicitado, assim como a solicitação do exame correto e da técnica menos prejudicial por parte do médico deve se tornar rotina para que no futuro tenhamos menos efeitos provenientes da radiação ionizante, usufruindo somente dos benefícios da radiação para uma qualidade de vida cada vez melhor.

Palavras-chave: dose efetiva, radiação ionizante, carcinogênese.

ABSTRACT

The aim this paper is to survey the total number of examinations that use ionizing radiation to estimate the effective dose received by each patient undergoing hospitalization. The female patients presented themselves at greater number. The

¹ Trabalho Final de Graduação - TFG.

² Acadêmica do Curso de Física Médica - UNIFRA.

³ Orientadora - UNIFRA.

conventional X ray exams were prevalent in relation to computed tomography (CT) scan, followed by Ultrasound and Magnetic Resonance Imaging. Nineteen patients received an effective dosage from 10 to 15 mSv, eleven patients from 0 to 5 mSv, eleven patients from 15 to 20 mSv, twelve patients from 20 to 25 mSv, five patients from 5 to 10 mSv, five patients from 25 to 30 mSv, seven patients from 35 to 40 mSv, three patients from 30 to 35 mSv, two patients from 45 to 50 mSv, one patient from 40 to 45 mSv and three patients from 50 to 55 mSv, totaling 80 patients studied. The conscious analysis of each exam requested, and the exam request and the least harmful technique by the physician should become routine in order to have less effect from ionizing radiation in the future, just enjoying the benefits of radiation for a better quality of life.

Keywords: effective dose, examinations, carcinogenesis.

INTRODUÇÃO

A radiação ionizante consiste de energia transmitida sob a forma de ondas eletromagnéticas ou partículas subatômicas capazes de ionizar átomos ou moléculas através da exclusão de alguns dos seus elétrons orbitários. Este tipo de radiação tem sido utilizado há mais de um século para fins diagnósticos. Porém, nas últimas décadas, houve um aumento progressivo na disponibilidade e utilização de novos métodos diagnósticos, como tomógrafos *multislice* (“multifatias”) e exames de medicina nuclear, além de métodos tradicionais como a radiografia, resultando em um significativo aumento da exposição cumulativa à radiação ionizante. Assim, muitos questionamentos devem ser levantados, procurando esclarecer se o aumento dessa exposição provocará uma elevação da incidência do câncer em um futuro próximo.

O corpo humano é constituído por cerca de 5×10^{12} células, muitas das quais altamente especializadas para o desempenho de determinadas funções. Quanto maior o grau de especialização, isto é, quanto mais diferenciada for a célula, mais lentamente ela se dividirá. Uma exceção significativa a essa lei geral é dada pelos linfócitos, que, embora só se dividam em condições excepcionais, são extremamente radiosensíveis.

Um organismo complexo exposto às radiações sofre determinados efeitos somáticos, que lhe são restritos e outros, genéticos, transmissíveis às gerações posteriores. Os fenômenos físicos que intervêm são ionização e excitação dos átomos. Estes são responsáveis pelo compartilhamento da energia da radiação entre as células.

Os fenômenos químicos sucedem aos físicos e provocam rupturas de ligações entre os átomos formando radicais livres num intervalo de tempo pequeno.

Os fenômenos biológicos da radiação são uma consequência dos fenômenos físicos e químicos. Alteram as funções específicas das células e são responsáveis pela diminuição da atividade da substância viva, por exemplo: perda das propriedades características dos músculos (TUBIANA; BERTIN, 1990).

A ação das radiações no organismo humano produz uma série de efeitos, que representam danos diferentes para cada região afetada. Os tecidos mais sensíveis à radiação são os da medula óssea, tecido linfóide, dos órgãos genitais, os do sistema gastro-intestinal e do baço. A pele e os pulmões mostram sensibilidade média, enquanto que os músculos, tecidos neuronais e os ossos plenamente desenvolvidos são os menos sensíveis (ANVISA, 2010).

O uso de exames de radiodiagnóstico solicitados por médicos a pacientes internados em hospitais, na busca de tratamento de patologias diversas, está expondo os mesmos a radiação em demasia. Observou-se, no dia a dia de trabalho na área da saúde, a grande quantidade de requisições de exames com uso de radiação ionizante, principalmente tomografia computadorizada e raios X, solicitados por médicos assistentes na busca de um diagnóstico preciso de doenças.

Dessa maneira, torna-se necessário uma maior conscientização sobre a utilização de exames de radiodiagnóstico, de modo a manter a relação risco-benefício dentro dos limites aceitáveis. Entende-se por benefício a relação ideal entre a detecção de anormalidades e a resolução do método, onde este pode depender da dose de radiação.

Desta forma, o objetivo neste trabalho é realizar um levantamento do número total de exames que utilizam radiação ionizante, que possibilitará estimar a dose efetiva recebida para cada paciente que foi submetido à internação hospitalar.

REFERENCIAL TEÓRICO

Em 1896, quatro meses após a descoberta dos raios X, por Röntgen, o médico J. Daniels, da Universidade de Vanderbilt, notificou à comunidade científica o primeiro efeito biológico da radiação: a queda de cabelo de um de seus colegas, cuja radiografia de crânio havia sido tirada. Em 1903, dois médicos suecos conseguiram curar um tumor de pele na ponta do nariz de um paciente, e no mesmo ano um médico americano obteve a diminuição do baço de um paciente com leucemia. O uso de raios X na terapia estava, entretanto, produzindo resultados desagradáveis, eritemas de pele e ulcerações, que se desenvolveram nas mãos dos médicos e, em

alguns casos, câncer dos ossos, como resultado das exposições durante o tratamento de pacientes. Desde então não só os benefícios trazidos pela radiação, mas também seus detrimientos têm interessado os cientistas de todo mundo (OKUNO; CALDAS; CHOW, 1982; DIRETRIZES ASSISTENCIAIS, 2010).

A grande exposição às radiações ionizantes e seus efeitos são motivo de grande preocupação para profissionais da área médica e pacientes. A radiação em doses elevadas pode causar efeitos estocásticos no organismo humano. Num futuro próximo, o uso abusivo de exames que se utilizam radiação ionizante poderá ocasionar o surgimento de tumores radioinduzidos ou até alterações genéticas em pessoas até então sadias (TAUHATA; SALATI; PRINZIO, 2003).

O Comitê Internacional de Proteção Radiológica – ICRP (ICRP, 1997) recomenda a utilização de um sistema de limitação de dose com base em dois principais princípios:

- Justificativa: diz que independentemente do exame proposto, sempre deverá haver embasamento suficiente que possa permitir transparecer o potencial benefício em relação aos potenciais riscos.

- Otimização: Princípio ALARA (radiação mais baixa possível). A exposição à radiação deve ser reduzida à mínima dose possível, tendo em vista os custos desta redução sobre a qualidade diagnóstica de cada exame.

Ambos os itens baseiam-se na premissa de que a radiação afeta os sistemas biológicos de maneira linear, sem limite a partir da qual podemos observar seus efeitos. Estes efeitos podem ser classificados da seguinte forma:

- Efeitos determinísticos da radiação ionizante no organismo: estes efeitos que dependem da quantidade de dose absorvida, ocorrendo após um limiar de dose conhecido.
- Efeitos estocásticos da radiação ionizante no organismo: a variedade dos efeitos estocásticos baseia-se em modelos matemáticos de probabilidade de ocorrência dos efeitos. Diferentemente dos efeitos determinísticos, não haveria limiar de dose a partir do qual eles possam ocorrer. Podem-se citar dois exemplos de efeitos estocásticos, o câncer e os defeitos genéticos induzidos pela radiação ionizante. A probabilidade de ocorrência de um câncer radioinduzido depende do número de clones de células modificadas no tecido ou órgão, uma vez que depende da sobrevivência de pelo menos um deles para garantir a progressão (BITELLI, 2006).

O risco de formação tumoral aumenta de forma proporcional, inversa ao fracionamento da dose de radiação, onde doses singulares são mais danosas que as fracionadas, e ainda, as exposições agudas à radiação produzem mais mutações

em células germinativas (efeitos genéticos), quando comparado as exposições crônicas (TAUHATA; SALATI; PRINZIO, 2003).

Quando a radiação é absorvida no meio biológico, ionizações não são randomicamente distribuídas, mas são localizadas ao longo do seu trajeto. A quantidade de energia transferida por unidade de comprimento do trajeto percorrido em um material absorvedor é definida como a transferência de energia linear ou TLE. Para um dado tipo de radiação, a densidade de ionização ao longo do trajeto decresce à medida que a energia (e penetração) do feixe aumenta. As radiações eletromagnéticas são de baixo TLE e são chamadas de dispersamente ionizantes, por causa da relativa infrequência das ionizações produzidas ao longo do seu trajeto. As radiações corpusculares são densamente ionizantes (nêutrons e partículas alfas), ou seja, possuem alto TLE e são mais efetivas do que as radiações eletromagnéticas, em termos do efeito biológico produzido por unidade de dose. A eficiência biológica relativa ou EBR é um índice de eficiência da radiação ao produzir certa resposta, o seu valor é dependente do objetivo particular que é empregado (SALVAJOLLI; SOUHAMI; FARIA, 1999).

AÇÃO DIRETA E INDIRETA

Dois tipos de mudanças podem ocorrer ao se irradiar moléculas: efeitos diretos e indiretos. Efeitos diretos resultam da energia liberada na molécula-alvo. O estado metaestável produzido em uma molécula por uma interação é resolvido pelo processo de transferência de energia, o qual leva a molécula para um estado estável, porém danificado. Ação direta é o modo predominante de interação para a radiação de alto TLE. Para a radiação ionizante espalhada, é mais comum o dano produzido por ação indireta (SALVAJOLI; SOUHAMI; FARIA, 1999).

DANOS EM MACROMOLÉCULAS PRODUZIDOS POR RADIAÇÃO

A radiação ionizante pode produzir mudanças estruturais em várias classes de macromoléculas encontradas nas células. Para proteínas, o dano é visto como a perda de grupos de cadeias laterais e mudanças nas estruturas secundárias e terciárias da molécula proteica. O dano da radiação para lipídios envolve a formação de peróxidos de ácidos graxos insaturados. No caso de ácidos nucleicos, as mudanças incluem a perda de bases, danos às bases e quebra em um ou em ambos os filamentos da dupla hélice do DNA (SALVAJOLI; SOUHAMI; FARIA, 1999).

DANOS E REPAROS AO DNA

Muitos estudos têm mostrado que o DNA é o alvo crítico das radiações ionizantes. Imediatamente após a exposição à radiação, o DNA intracelular apresenta danos extensos, sendo estimado que, para cada célula morta por radiação de baixo TLE, há aproximadamente 1.000 danos produzidos em bases, 1.000 quebras em um dos filamentos da dupla hélice e 40 quebras em ambos os filamentos da dupla hélice. Quebras cromossômicas induzidas por radiação podem comportar-se de diferentes maneiras, elas podem restituir-se em sua configuração original, sendo que, nesse caso, nenhum dano será constatado na próxima mitose. Entretanto, falhas podem ocorrer nesse mecanismo de reparo, resultando em perda de um cromossomo na próxima mitose.

Quebras na extremidade de cromossomos podem também se comportar como se os mesmos estivessem “quebrados” e aderir a outras extremidades quebradas, originando danos cromossômicos esparsos. Mudanças cromossômicas podem não ser letais, incluindo as translocações simétricas e pequenas deleções intersticiais, e as células com esses tipos de aberrações podem permanecer viáveis e completar divisões de maneira normal. Danos cromossômicos não letais podem ser replicados, resultando em alterações mutagênicas e carcinogênicas em células descendentes da célula irradiada.

Morte celular por irradiação tem sido descrita em termos de dano cromossômico com falência reprodutiva celular. Doses muito elevadas de radiação induzem um modo de dose em células de alguns tecidos e órgãos. Doses relativamente baixas de radiação (menos de 100 cGy) têm sido conhecidas por muitos anos por causar rápida depleção de linfócitos maduros do sangue e de órgãos linfoides que não se encontram em divisão. Esse efeito é agora creditado como resultado da apoptose ou morte celular programada. A apoptose parece ser ativada por um sinal específico que inicia uma cascata de eventos bioquímicos e morfológicos, culminando na morte celular. Células em apoptose mostram mudanças morfológicas e bioquímicas características, incluindo a agregação da cromatina e partição do núcleo e do citoplasma em corpos apoptóticos. A marca característica da apoptose é a degradação do DNA em oligômeros nucleares. A apoptose é atualmente conhecida por ocorrer em diferentes situações, como a embriogênese, indução e manutenção da tolerância imunológica e atrofia de tecidos endócrinos-dependentes (SALVAJOLI; SOUHAMI; FARIA, 1999).

MUTAÇÕES

As mutações consistem em alterações na sequência de DNA que podem levar à alteração na estrutura de proteínas ou à sua diminuição, ou, até mesmo, à perda completa de sua expressão. Como a mudança na sequência do DNA resulta na alteração de todas as cópias da proteína que ele codifica, as mutações são bastante prejudiciais ao organismo.

As mutações podem envolver pequenas ou grandes proporções do DNA. Aquela que ocorre em um par de bases, chamada de mutação pontual, ou a deleção de alguns pares de bases, que geralmente afetam a função de um gene. Porém, podem ocorrer grandes alterações na estrutura dos cromossomos e afetar um grande número de genes.

Nos últimos anos, grandes avanços têm sido alcançados para o entendimento da causa do câncer. Transformações malignas resultam de mudanças nos processos de controle de proliferação e diferenciação celular. Esses controles agem de maneira positiva ou negativa, e a aquisição de um fenótipo maligno pode resultar da ativação de um gene que promove proliferação (oncogênese) ou perda de um gene que suprime o potencial de proliferação de genes que normalmente ocorre em toda célula (prooncogênese), muitos dos quais estão envolvidos na regulação da proliferação celular. A carcinogênese é considerada o maior efeito somático associado à exposição de populações a baixas doses de radiação ionizante nas áreas médica e ocupacional (SALVAJOLI; SOUHAMI; FARIA, 1999; TUBIANA; BERTIN, 1990).

MATERIAIS E MÉTODOS

Para avaliação deste trabalho obteve-se a autorização prévia dos Comitês de Ética do Hospital de Caridade Dr. Astrogildo de Azevedo e do Centro Universitário Franciscano (UNIFRA). Foram analisados 80 prontuários de pacientes que foram submetidos à internação hospitalar, no Hospital de Caridade Dr. Astrogildo de Azevedo (HCAA), da cidade de Santa Maria - Rio Grande do Sul. Os dados considerados como relevantes foram: quantidade total de exames de imagem realizados por cada um dos pacientes, bem como idade e sexo de cada indivíduo. Estas informações foram obtidas no arquivo médico do hospital, juntamente com o prontuário médico de cada paciente.

Após o término da coleta de dados, foi calculada a dose efetiva total estimada, recebida pelos pacientes, através de todos os exames de radiodiagnóstico realizados, utilizando as tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Doses efetivas totais, recebidas pelos pacientes, para diferentes tipos de exames, em μSv (PASLER; VISSER, 2005).

Exame	Dose efetiva em μSv	Exame	Dose efetiva em μSv
Vias digestivas a.-p.	35	Colecistografia p.-a.	242
Articulação do ombro a.-p	21	Pielograma a.-p.	274
Costelas p.-a.	224	Urografia iv a.-p.	488
Pulmão p.-a.	73	Uretrografia a.-p.	575
Pulmão lateral	73	Histerografia	108
Coluna cervical a.-p.	144	Bacia a.-p.	575
Coluna cervical lateral	57	Articulação quadril a.-p.	96
Coluna torácica a.-p.	366	Cotovelo ventro-dorsal	<1
Coluna torácica lateral	127	Joelho a.-p.	<1
Coluna lombar a.-p.	554	Tomografia tórax	7457
Coluna lombar lateral	325	Tomografia abdômen	7261
Estômago a.-p.	349	Tomografia bacia	8780
Abdômen a.-p.	474	Angiografia renal i.v.	28441
Cólon a.-p.	425		

Tabela 2 - Doses efetivas totais admissíveis, em mSv. (Fonte: Diretrizes Assistenciais-Hospital Albert Einstein).

Exame	Dose efetiva em mSv	Comparação com a dose efetiva recebida de fontes naturais de radiação
Radiografia de tórax (PA)	0,02	2,4 dias
Radiografia do crânio	0,07	8,5 dias
Radiografia da coluna lombar	1,3	158 dias
Radiografia de extremidades	0,001	< 1 dia
Urografia excretora	1,6	6 meses
Uretrocistografia	5-10 anos: 1,6	6 meses
Miccional	Crianças >10 anos: 0,8	3 meses
Exame do trato GI superior	3,0	1 ano
Enema opaco	7,00	2,3 anos
Tomografia Computadorizada do crânio	2,0	8 meses
Tomografia Computadorizada dos seios da face	0,6	2 meses
Score de Cálcio	2	8 meses
Tomografia Computadorizada do tórax	8	3 anos
Tomografia Computadorizada do abdômen	10	3,3 anos
Mamografia	0,7	3 meses

Os dados da tabela 2 fornecem um comparativo entre a dose de radiação de cada exame (fonte artificial de radiação) com as doses naturais de exposição à radiação.

Foi realizada uma comparação desses exames com os que não se utilizam de radiação ionizante como é o caso da ressonância magnética e do ultrassom. Na sequência, foi feito o cálculo do número total de exames que mais foram realizados, conforme a coleta de dados realizada no Hospital de Caridade Dr. Astrogildo de Azevedo, que ocorreu no primeiro semestre do ano de 2011.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a análise dos dados, foram considerados relevantes os exames de Raios X, Tomografia Computadorizada, Ultrassom e Ressonância Magnética totais, realizados pelos pacientes envolvidos na pesquisa, sendo esta a ordem decrescente do número total de exames que ao final totalizaram 1333 exames realizados por 80 pacientes. A faixa etária dos pacientes que foram submetidos à internação hospitalar, no Hospital de Caridade Dr. Astrogildo de Azevedo (HCAA - Santa Maria – RS) variou de 1 a 83 anos, com predomínio de pacientes do sexo feminino.

No total da pesquisa, os dados destes 80 pacientes envolveram a realização de 961 Raios X, 246 Tomografias Computadorizadas, 73 Ultrassons e 53 Ressonâncias Magnéticas, conforme é apresentado na figura 1.

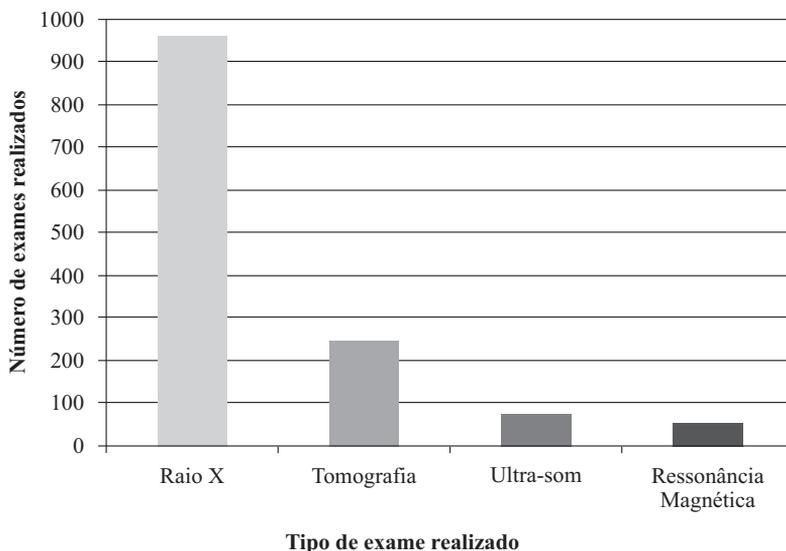


Figura 1 - Exames mais realizados no Hospital de Caridade Dr. Astrogildo de Azevedo, Santa Maria, RS.

Em relação à dose efetiva total, constatou-se valores em um intervalo de 0 a 55 mSv, sendo que, a faixa entre 10 e 15 mSv apresentou o maior número de pacientes, conforme está ilustra a figura 2.

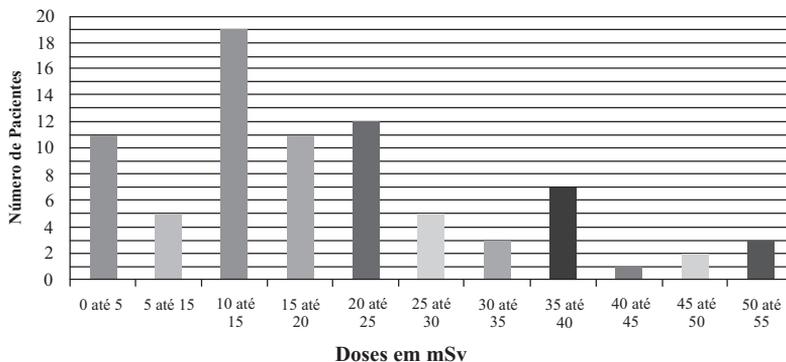


Figura 2 – Discriminação das doses efetivas totais em mSv recebidas pelos pacientes no Hospital de Caridade Dr. Astrogildo de Azevedo, Santa Maria, RS.

Pela análise dos dados pode-se observar que, apesar do predomínio da solicitação de raios X, o número total de tomografias computadorizadas é elevado, pois a dose efetiva é muito maior quando comparada com a dose de um raio X de uma mesma região. Observa-se também que, pacientes muito jovens estão sendo submetidos a doses significativas de radiação, podendo assim acarretar danos irreversíveis em um futuro próximo.

CONCLUSÕES

Após análise de todos os dados levantados neste trabalho, conclui-se que os pacientes internados são submetidos a um número excessivo de exames envolvendo radiação ionizante.

Por isso, a análise consciente de cada exame solicitado, assim como a solicitação do exame correto e da técnica menos prejudicial por parte do médico deve se tornar rotina para que, no futuro, se tenha menos efeitos provenientes da radiação ionizante, usufruindo somente dos benefícios da radiação para uma qualidade de vida cada vez melhor.

É importante também, que os pacientes sejam estimulados a questionar as indicações de cada exame de radiodiagnóstico, e assim estejam em contato mínimo com radiações ionizantes.

REFERÊNCIAS

ANVISA–AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **PORTARIA/MS/SVS nº 453**, de 01 de junho de 1998. Disponível em: <www.cefetba.br/nts/portaria_453_98.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2010.

BITELLI, T., **Física e Dosimetria das Radiações**. São Paulo: Editora Atheneu, 2006.

DIRETRIZES ASSISTENCIAIS – **Radiação ionizante nos estudos radiológicos**. Disponível em: <www.einstein.br>. Acesso em: 23 jun. 2010.

ICRP–INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION PROTECTION. **Radiation Protection and Safety in Medicine**. Oxford: Pergamon Press, 1997. (Publication 73).

OKUNO, E.; CALDAS, I. L.; CHOW, C. **Física para ciências biológicas e biomédicas**. São Paulo: Editora Harba, 1982.

PASLER, A. F.; VISSER, H. **Radiologia Odontológica: procedimentos ilustrados**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2005.

SALVAJOLI, J. V.; SOUHAMI, L.; FARIA, S. L. **Radioterapia em Oncologia**. 1 ed. São Paulo: Ed. MedSi, 1999.

TAUHATA, L.; SALATI, I. P. A.; PRINZIO, M. A. R. **Radioproteção e Dosimetria: fundamentos**. Rio de Janeiro: IRD/CNEN, 2003.

TUBIANA, M.; BERTIN, M. **Radiobiologia e Radioproteção**. Lisboa: Edições 70, 1990.

