

Dosimetria em radiologia pediátrica diagnóstica

Iankel Ribeiro de Sá Vieira^{1*}

Luciano Santa Rita Oliveira^{2*}

Mario Vilar Trigueiro^{3*}

Germann Louanne N. C. Leitão^{4*}

RESUMO: Esse estudo aborda e evidencia que o radiodiagnóstico pediátrico é uma área que necessita de técnicas e procedimentos diferenciados, Por se tratar de pacientes pediátricos. Com a vasta quantidade de equipamentos de radiodiagnóstico espalhados em todo o território nacional, é preciso haver por parte dos conselhos e comissões a implantação de um programa que realize procedimentos otimizados e justificados. Crianças de 0 a 15 anos sofrem maior exposição, sendo que estas, tem maior probabilidade de sofrerem dano celular, levando à morbidades que estão ligadas a doses mal aplicadas e fora de padrões. Propõe também, na área de radiodiagnóstico pediátrico, não apenas conclusões ou reflexões, mas aborda um tema muito importante para que as gerações futuras, que são as crianças, quando submetidas à radiação ionizante, garantindo que estas não sofram possíveis efeitos danosos.

PALAVRAS-CHAVE: Dosimetria; Pacientes pediátricos; Radiodiagnóstico.

^{1*} Professor do Curso Superior de Tecnologia em Radiologia das FIP, Paraíba, Brasil. E-mail: iankelribeiro@gmail.com

^{2*} Professor Mestre da Faculdade Casa Branca, São Paulo, Brasil. E-mail: lucianosantarita@gmail.com

^{3*} Biomédico pelas Faculdades Integradas de Patos Professor Especialista do Curso de Bacharelado em Tecnologia em Radiologia das Faculdades Integradas de Patos, Paraíba, Brasil. E-mail: marioneto@fiponline.edu.br

^{4*} Cirurgiã-dentista pela Universidade Federal da Paraíba. Mestre em Diagnóstico bucal pela UFPB. Doutora em Odontologia pela UNICSUL-SP. Professora doutora do Curso de Bacharelado em Tecnologia em Radiologia das Faculdades Integradas de Patos, Paraíba, Brasil. E-mail: germanalouanne@gmail.com

ABSTRACT: The following study debates the radiation doses issue practiced in the pediatric diagnostic radiology. It seeks to evidence that this area needs differentiated techniques and procedures, because it treats with patients who are children. With the vast amount of radiology equipments spread all over the national dominion, it is necessary to have a differentiated care for this service, in the search for a program able to perform optimized and justified procedures. Children from 0 to 15 years old suffer from more exposure, at the same time that they have more probability to suffer from cell damage. This can cause the appearance of pathologies which are related to the doses practiced out of the standards of quality and acceptability. Moreover, the study proposes observations in the pediatric radiology area, with the approach of a very important theme in order that the next generations, which are the children, do not suffer from potential harmful effects when exposed to ionizing radiation.

KEYWORDS: Dosimetry; pediatric patients; diagnostic radiology.

INTRODUÇÃO

Radiação ionizante é definida como ondas eletromagnéticas de alta energia (raios X ou raios gama) que, em contato com a matéria, podem causar alterações físico-químicas intracelulares (BIRAL, 2002).

Procedimentos que utilizam radiação ionizante devem adotar as diretrizes de proteção radiológica, que são: justificção, otimização e limitação da dose individual. Tendo o objetivo de promover a prevenção ou diminuir possíveis efeitos biológicos (TAUHATA et al., 2003).

As radiações ionizantes têm a capacidade de alterar as características físico-químicas das moléculas de um determinado tecido biológico. As células com alta taxa de proliferação são mais sensíveis à radiação ionizante e são encontradas em tecidos de alta atividade mitótica ou tecidos denominados de resposta rápida (BIRAL, 2002).

Exames radiológicos em crianças iniciaram-se junto à radiologia geral, após o descobrimento dos raios X. Entretanto, apenas na década de 60, tendo apenas pleno desenvolvimento em 1990, com o surgimento de técnicas mais atuais de imagem, fez-se necessário o surgimento de especialistas na área, tornando-a independente da radiologia geral (KIRKS; GRISCOM, 1998).

Não há doses limitantes em pacientes submetidos a exames médicos, desta forma, é importante que se definam doses de referência. Esses valores são nomeados como doses em práticas de exames de imagem médica para exames típicos em pacientes de tamanho padrão (ou Homem-padrão) (ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA, 1997).

Constata-se que em muitos serviços de radiodiagnóstico são usados em pacientes pediátricos protocolos para adultos, possibilitando doses muito elevadas, considerando que a expectativa de vida e radiosensibilidade para pacientes de 0 a 15 anos é maior (LINTON, 2003).

O objetivo desse trabalho é discutir e analisar os valores de dose nos exames radiológicos pediátricos, possibilitando a aquisição de conhecimento sobre os padrões de dose praticados em radiologia pediátrica no país, bem como as possibilidades de otimização destes valores, permitindo aos profissionais das técnicas radiológicas, maior participação neste importante nicho de mercado.

REFERENCIAL TEÓRICO

Em 1895, o professor cientista Wilhelm Conrad Roentgen, quando fazia estudos sobre gases, contatou uma energia capaz de fosforescer determinado objeto (BUSHONG, 2005). Sabendo disto, Roentgen concluiu que havia descoberto uma nova forma de raio. Não sabendo sua origem, Roentgen a chamou de raio X. A curiosidade de Roentgen, o fez continuar o estudo de suas propriedades e características por meio da exposição de vários objetos com espessuras diferentes para observar a penetração, com a ajuda de uma tela intensificadora, descobriu a sombra dos ossos da sua mão. Desta foram descobertos os raios X (AFONSO; LIMA; PIMENTEL; 2009). As imagens radiográficas não podiam ser interpretadas ainda. Para isso, era necessário que houvesse treinamento (ORTEGA, 2008).

De forma ampla, a radiação não ionizante é uma forma de energia eletromagnética. As radiações eletromagnéticas são diferenciadas pela sua frequência, comprimento de onda e nível energético, tendo diferenciados efeitos biológicos (TECNOMETRA, 2004).

A radiação ionizante pode ser uma espécie de radiação comparada à luz visível, mas sendo de forma invisível e com capacidade de atravessar corpos densos. Tem sua produção

inicial quando são produzidos elétrons que são acelerados e se chocam com um alvo chamado anodo, produzindo 1% de fótons e 99% de calor. Esses fótons que são pacotes energéticos formam a imagem radiográfica (MOTA, 1994).

Em faixas energéticas como raios X e gama, acontecem possíveis interações a nível atômico ou com elétrons orbitais ou no núcleo, porém pode não haver interação, assim dizendo, a radiação pode atravessar o material sem interagir ou sem haver modificação (TURNER, 2004).

Os efeitos biológicos das radiações ionizantes são como uma resposta celular a um agente agressor, não sendo ainda caracterizado como doença, mas os efeitos advindos da interação das radiações ionizantes com as células que podem ser de forma direta, há agressão na macromolécula, ou exposição de forma indireta, que também há interação, mas apenas produz radicais livres.

Todas essas ações dentro da célula causada pela exposição podem ser reparadas por enzimas. Se não houver o repara, poderá acarretar em morte celular, levando a um processo errado de divisão das células, como é evidenciado na Figura 2 (NOUAILHETAS, 2011).

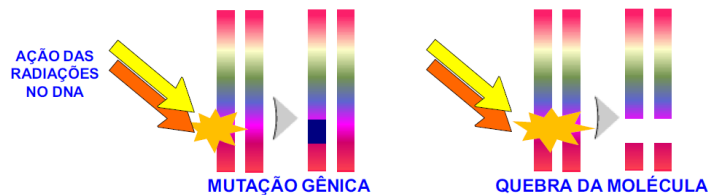


Figura 2 – Esquema representativo sobre os danos radioinduzidos na molécula de DNA (NOUAILHETAS Y, 2011).

Nos primeiros anos, vários estudiosos sofreram de úlceras, abscessos e queimaduras, que não melhoravam, causando amputações, câncer ou morte quando expostos ao feixe de radiação sem conhecimento de seus efeitos (CARVALHO, 2001).

Na radiografia convencional e tomografia computadorizada, os raios X interagem com o paciente e são absorvidos de formas diversas pelos tecidos do corpo. (KALENDER, 2005).

Os efeitos causados pela irradiação do corpo podem ter diferentes formas divisões, pela forma de resposta e pelo tempo que demora essa resposta e quão grave foi o dano causado. O efeito mais notável da interação da radiação com a matéria é a excitação atômico-molecular, e suas consequências que se dividem em:

a) efeitos determinísticos, que são o acúmulo de alteração e se manifestam, em geral, dias ou semanas depois da exposição do indivíduo e apenas se ocorrer uma absorção mínima de radiação, que varia para cada órgão (COTRAN; KUMA; ROBBINS, 1991).

b) Efeitos estocásticos ocorrem à exposição do paciente, total ou pontual, leva a morte celular menor. Algumas células mortas causam ou não dano, mas a modificação de apenas uma célula pode causar câncer. Este tipo é probabilístico. Portanto, se houver aumento da dose haverá aumento da probabilidade de efeitos (ICRP, 1991).

Radiobiologia Pediátrica

Quando há exposição às radiações ionizantes em um órgão ou tecido, podem surgir vários problemas visíveis ou não (moléculas, organelas, células, tecidos, órgãos) (TAUHATA et al., 2003).

Por serem bastante reativos, os radicais livres formados nesse processo podem provocar alterações significantes no metabolismo do organismo. Ainda também, pode ocorrer modificação do pH que pode alterar a célula levando a morte. Por isso ocorre preocupação elevada quanto à pacientes pediátricos serem expostos a radiação ionizante.

Há fatores bastante importantes que devem ser levados em consideração:

- a) crianças apresentam divisão celular (BERGONIÉ; TRIBONDEAU, 1906);
- b) Por não serem cooperativos nos exames radiológicos, há muita repetição de procedimentos;
- c) A chance de um paciente pediátrico sofre dano é maior do que num paciente adulto (CHAPPLE, 2008);
- d) Estudos que foram feitos recentemente afirmam que as crianças expostas à radiação em exames têm dez vezes maior chance de formar radicais livres (BEIR VII, 2005).

Para a definição de exposição em exames pediátricos são usados duas formas de aferição: a dose de absorção na entrada da pele (DEP) e dose área (OLIVEIRA, 2003).

A recomendação para se medir dose de radiação tendo como intuito a limitação da dose são: Kerma no ar na superfície de entrada e o produto de Kerma no ar-área (LMNRI, 2002; ICRU, 2005). A partir destas a dose nos órgãos e dose efetiva podem ser colhidas através de coeficientes de conversão e sistema de computadores (LE HERON, 1994, 1996; KYRIOU, 2000).

O valor de Kerma no ar Incidente pode ser medido através de uma câmara de ionização que mede o rendimento do tubo de raios X. Já o Kerma no ar na superfície de entrada pode ser medido através da leitura de cristais termoluminescentes que são colocados em um simulador ou até mesmo fixados na pele do paciente (AROUA, 2002).

Quadro 3: Unidades de dosimetria

Grandeza	Unidade	Definição
Kerma no ar incidente	Gray (Gy)	É o Kerma no ar no eixo central do feixe incidente à distância foco-superfície da pele. Inclui apenas o feixe primário incidida no paciente. E nenhuma radiação respalhada.
Kerma no ar na superfície de entrada	Gray (Gy)	É o Kerma no ar no eixo do feixe de raio X no ponto onde ele entra no paciente ou simulador. Inclui radiação espalhada.
Produto Kerma no ar-área	Gray (Gy) cm²	É a integral do Kerma no ar livre no ar sobre a área.

Fonte: Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes (LNMRI, 2011).

A prática do acompanhamento clínico de pacientes pediátricos, inclusive envolvendo a utilização de radiação ionizante para o diagnóstico e terapia, tornou-se uma realidade e seus benefícios, inquestionáveis (ATTIX, 1986).

As diferenças de estatura e peso de um paciente adulto, comparado a um paciente pediátrico junto a não cooperação para efetuar um procedimento e devido a funcionalidades diferenciadas como (respiração e batimentos cardíacos acelerados), fez surgir o radiodiagnóstico pediátrico (EUROPEAN COMMUNITY COMMISSION, 1996).

As técnicas radiográficas com qualidade em pacientes pediátricos são diferentes das técnicas em pacientes adultos (BUSHONG, 2001). Os profissionais de radiodiagnóstico não conhecem práticas adequadas com exposição para pacientes pediátricos (CARLTON; ADLER, 1992).

Além da radiação que ioniza naturalmente, todos os corpos, a produção artificial de radiação ionizante, vinda do radiodiagnóstico e tratamentos que se utilizam desta modalidade para fins específicos, promove um acúmulo de dose no paciente (SALATI; PRINZIO, 2003).

A utilização exacerbada de investigação de patologias por equipamentos de imagens que utilizam radiação ionizante, como a tomografia computadorizada e o raio x digital, são os principais culpados pelo aumento médio anual de dose (HUDA; WHAT, 2009).

Se tratando especialmente de pacientes pediátricos, vale dizer, que estes, têm maior risco de desenvolver neoplasias ligadas à radiação, se comparada com a população adulta. Essa maior propensão é devido a células com maior atividade mitótica nos diferentes tecidos e órgãos que estão em crescimento e a maior expectativa de vida (PICANO et al., 2004).

A intenção desta irradiação do paciente pediátrico é beneficiá-lo. Desde 1954, os níveis de referência foram firmados pela Comissão internacional de proteção radiológica (DREXLER, 1998). A partir deste ponto, diversos países fazem a investigação de doses em radiodiagnóstico. O principal objetivo é definir um nível de exposição baixa aliada a uma imagem útil para o diagnóstico (IAEA, 2006).

Por isso, há um relevante receio da classe médica, das fabricantes de equipamentos e até dos pacientes relacionado ao controle da exposição médica causadas pelos diversos tipos de exames com radiação ionizante (PICANO et al., 2007).

Em muitas produções científicas é evidente atualmente a preocupação com a medição da dose absorvida em pacientes pediátricos. Por esses pacientes serem mais susceptíveis aos problemas causados pela exposição à radiação ionizante, se faz necessário uma dose baixa nesses pacientes, advindos de tal exposição, deve haver maior análise (MOONEY e COLABORADORES, 1999; OLIVEIRA e KHOURY, 2003).

A dosimetria do paciente exposto ao raio X em vários procedimentos radiológicos é essencial para se fazer os testes de qualidade em radiodiagnóstico, desta forma, valores estão sendo tomados como referência após levantamento de dose para cada procedimento e paciente (ICRP, 1996).

Por todo o mundo esses níveis de referência estão sendo colhidos, evidenciando muita variação de serviço para serviço, (AROUA, 2002). Atualmente encontramos levantamentos sendo feitos na área pediátrica (ARMPILIA, 2002).

Há um grande problema relacionado a fazer a dosimetria de pacientes pediátricos, pois estes apresentam pequenas espessuras, levando ao profissional das técnicas radiográficas a aplicar variados parâmetros de exposição (COOK et al., 1998).

MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa bibliográfica, que, de acordo com (GIL, 2002), é aquela desenvolvida a partir de material já elaborado, construído principalmente de livros, revistas, artigos científicos e jornais publicados.

Conforme os estudos de (PRESTES, 2003), a pesquisa bibliográfica é aquela que se efetiva tentando-se resolver um problema ou adquirir conhecimento a partir do emprego predominante de informações provenientes de material gráfico, sonoro ou informatizado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento do quadro clínico de pacientes pediátricos, que utilizam radiação ionizante para diagnosticar e tratar, é um fato de inquestionável bem feitoria (KNOLL, 1989).

Nos dias atuais há constante preocupação com pacientes que são expostos no radiodiagnóstico, especialmente, pacientes pediátricos (CHAPPLE, 2008).

Deveria haver um minucioso estudo sobre o caso de se usar ou não radiação ionizante em um diagnóstico. Para assim conseguir justificar cada tipo de procedimento radiológico era para ser baseada nas recomendações feitas pela Organização Mundial de Saúde, OMS (OMS 1983, 1987, 1990).

Para expor os pacientes deve haver justificação, isso se estiver dentro das regras de Helsinque (1964) que estão de acordo com as diretrizes do Conselho para Organizações Internacionais de Ciências Médicas (CIOMS, 1993) e Organização Mundial de Saúde (OMS, 1977). A ICRP (1990) recomenda três tipos de maneiras de justificar as práticas de exposição:

- Deve-se conseguir maior benefício e menor dano;
- Um exame deve ser pedido quando os sintomas são condizentes com ele;
- Deverá haver justificação da exposição em paciente isolado, produzindo benefício.

Em exames envolvendo crianças, deve ser praticada a redução de exposição pela alta radiosensibilidade celular que elas dispõem. Desta forma a ICRP (International Commission

on Radiological Protection) estabeleceu níveis de referência que está descrito na (Tabela 1) (WILLIS, 2005).

Quadro 4 – Doses de referência de diagnóstico para exames pediátricos

Radiografias pediátricas (valores da DEP em μGy)	(Pediatria)					(Pediatria) EC 1996b, 1999a	Geral NRPB 1999
	NRPB (2010)						
	0 anos	1 ano	5 anos	10 anos	15 anos		
Ap ou PA de Tórax		50	70	120		100 (5 anos)	100 (5 anos)
Lateral de Tórax						200 (5 anos)	200 (5 anos)
AP Tórax recém nascido	50					80 (recém nascido)	80 (recém nascido)
PA ou AP de Crânio		800	1100	1100	1100	1500 (5 anos)	1500 (5 anos)
Lateral de Crânio		500	800	800	800	1000 (5 anos)	1000 (5 anos)
AP Pelve (Criança)						200 (criança)	200 (criança)
AP Pelve (Criança de faixas etárias superiores)		500	600	700	2000	900 (5 anos)	900 (5 anos)
AP ou PA Abdome (Com feixe vertical)		400	600	700	1200	1000 (5 anos)	1000 (5 anos)
Exame MCU	600	900	1200	2400			
Nota: DEP em mGy.cm^1							

Fonte: Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP, 2010).

Donadieu et al. contataram que a exposição em radiodiagnóstico é pequena em pacientes pediátricos. Mas alertam que, o coeficiente de radiosensibilidade específico de

cada parte do corpo não dependerá de idade, mas do grau de exposição (DONADIEU et al., 2006).

Outra questão problemática verificada em exames em pacientes pediátrico, é que há vários outros pacientes próximos que são expostos na hora do exame radiológico, sendo o paciente exposto sem necessidade (DONADIEU et al., 2006).

Quadro 5 - Valores das probabilidades de indução de efeitos biológicos induzidos por radiações de baixo LET no feto.

Probabilidade de efeitos – radiação de baixo LET				
Efeito	População	Período de exposição (Semanas)	Modo de exposição	Probabilidade
Redução do QI	Feto	8 a 15 de gestação	Doses elevadas Altas taxas de dose	30 pontos no QI Sv ⁻¹
Retardo mental severo	Feto	8 a 15 de gestação	Doses elevadas Altas taxas de dose	40x10 ² a 1 Sv

Fonte: Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA, 2010).

Ainda que houver pouca exposição às radiações ionizantes, deve-se frisar que exposições repetidas podem desenvolver efeitos tardios (COHEN et al., 1997).

Quadro 1 - Detectabilidade epidemiológica de efeitos biológicos.

Detectabilidade epidemiológica			
Câncer na tireóide em crianças		Efeito hereditário	
Dose Absorvida (mGy)	Número de crianças (N)	Dose efetiva (mSv)	Dose Absorvida (N)
1	10.000	1	➤ 1.000.000.000.000
10	1.000	10	➤ 10.000.000.000
100	100	100	➤ 100.000.000
		1.000	➤ 100.000

Fonte: Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA, 2010).

Por crianças serem mais propensas aos efeitos somáticos tardios assim como efeitos genéticos advindos dos equipamentos radiológicos, se comparados com os adultos, todas as medidas devem ser tomadas para diminuir a exposição, efetuando a melhor qualidade de imagem (RAISSAKI, 2004).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo mostrou que o radiodiagnóstico pediátrico deve ter profissionais das técnicas radiográficas capacitados e com profundo conhecimento e atualização em relação às técnicas e protocolos utilizados em exames pediátricos que utilizam radiação ionizante.

É importante ressaltar que, mesmo que haja padrões estabelecidos por órgãos internacionais e nacionais, como exemplo o anexo A do capítulo 6 da portaria 453/98 do ministério da saúde, ainda há uma demasiada parcela de clínicas e hospital que não padronizam as exposições, levando o paciente pediátrico a possíveis danos na saúde.

As dificuldades em encontrar um setor que produza imagem radiográfica, especializada, com equipamentos, profissionais e ambiente adequada para a criança aumentam as exposições e causam riscos que podem contribuir para diversos problemas de saúde.

Os diferentes biótipos dos pacientes pediátricos, aliada a grande limitação que alguns profissionais das técnicas radiográficas tem em relação à adequação de técnicas de exposição voltadas especialmente para este paciente, fazem com que estes profissionais contribuam para o aumento expressivo da exposição em radiologia pediátrica.

Para que a otimização e padronização de doses ocorram, deve haver uma busca constante de atualização de dados concretos e técnicas de estudo de doses absorvidas, utilizando métodos padronizados de estudo, onde cada setor que faz exames radiográficos em pacientes pediátricos siga protocolos que mostram uma queda na exposição desse tipo de paciente.

Essa realidade só será colocada em prática em cada setor quando as normas e recomendações sejam elas nacionais, ou internacionais, sejam cumpridas e a cada dia aprimoradas, contribuindo para que o setor de radiologia possa chegar a um padrão de atendimento humanizado e digno, onde o princípio de proteção radiológica que protegem esses indivíduos será praticado.

Essa pesquisa abordou questões relevantes dentro do radiodiagnóstico pediátrico, como também traz discussões sobre um tema muito importante para que as gerações futuras, que são as crianças, não sofram possíveis e diversos danos que estudos vêm mostrando acerca da alta dose depositada no tecido destas, mas também evidencia a deficiência que os setores, profissionais e equipamentos radiológicos carregam em relação a padronização e otimização das técnicas utilizadas.

REFERÊNCIAS

AFONSO, J.C., Lima, R.S., Pimentel, L.C.F. (2009). Raios-X: fascinação, medo e ciência. Química Nova, 32(1).

ATTIX F. Introduction to radiological physics and radiation dosimetry. New York: John Wiley & Sons, 1986.

BUSHONG, S.C. (2005). Manual de radiologia para técnicos. 8ª Edição. Madrid: Elsevier.

BUSHONG SC. Manual de radiología para técnicos. Física, biología y protección radiológica. 2 ed. Missouri: Mosby-Year Book, 2001.

BERGONIÉ, J.; TRIBONDEAU, L. (1906). "De Quelques Résultats de la Radiotherapie et Essai de Fixation d'une Technique Rationnelle". Comptes-Rendus des Séances de l'Académie des Sciences 143: 983–985.

BIRAL AR. Radiações ionizantes para médicos, físicos e leigos. 1 ed. Florianópolis: Insular, 2002; 232

BEIR VII Phase 2: Health risks form exposures to low levels of ionising radiation. National Academies Press. 2005. Washington.

CHAPPLE. C.L. Optimisation of protection in pediatric radiology. Regional Medical Physics Department. New Castle General Hospital. 2008.

COTRAN RS, Kumar V, Robbins SL. Patologia estrutural e funcional. In: Patologia ambiental: lesão por irradiação. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1991. p.387-434.

COHEN RV, Aldred MA, Paes WS, et al. How safe is ERCP to the endoscopist? Surg Endosc. 1997;11:615-7.

CUNHA, A.B., Marto, E., Martins, N., Pereira, P. (2001). Avaliação da dose absorvida pelos doentes das camas contíguas aos que realizam exame radiológico ao tórax, incidência Antero-posterior, em três unidades de cuidados intensivos. Acedido em 15 de setembro de 2015, em: www.chmt.min-saude.pt.

CARLTON RR, Adler AM. Principles of radiographic imaging. Albany: Delmar Publishers, 1992.

CARVALHO, A. C. P.; 2001, 23, 283; Ribeiro, L.; adaptada da ref. 58 270 Lima et al. Caminhos da Medicina, Editora Vete: Rio de Janeiro, 1976.

COOK JV, PETTETT A, SHAH K, PABLOT S, KYRIOU J, FITZGERALD M. Guidelines on best practice in the X-ray imaging of Printing; 1998.

DA SILVA LIMA, Rodrigo; AFONSO, Júlio Carlos; PIMENTEL, Luiz Cláudio Ferreira. Raios-X: fascinação, medo e ciência. **Quim. Nova**, v. 32, n. 1, p. 263-270, 2009.

DIAGNOSTIC REFERENCE LEVELS IN MEDICAL IMAGING: Review and Additional Advice. A web module produced by Committee 3 of the ICRP. Acedido em www.icrp.org/docs/DRL_for_web.pdf, consultado em 26 de Setembro de 2015.

DONADIEU J, Zeghnoun Z, Roudier C, Maccia C et al. Cumulative effective doses delivered by radiographs to preterm infants in a neonatal intensive care unit. *Paediatrics* 2006;117:882-888.

EUROPEAN COMMUNITY COMMISSION. European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images in paediatrics. EUR 16261 EN, 1996.

EUROPEAN COMMUNITY COMMISSION. European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images in paediatrics. http://www.c-radiography.net/regsetc/European_guide_chil-dren_extract.pdf (acessado em 09/agosto/2015).

EUROPEAN COMMISSION. European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images in paediatrics. EUR 16261 EN. Luxembourg:European Commission; 1996.

ICRP. The International Commission on Radiological Protection. 1990 Recommendation of the International Commission on Radiological Protection. S.l.: Pergamon Press. 1991.

ICRU - International Commission on Radiation Units and Measurements. Tissue substitutes in radiation dosimetry and measurement. ICRU Report 44. U.S.A., ICRU, 1989.

IAEA - International Atomic Energy Agency. Dosimetry in Diagnostic Radiology for Paediatric Patients. IAEA Human Health Series n° 24, Vienna, IAEA, 2013.

IAEA - International Atomic Energy Agency. Dosimetry in diagnostic radiology: an international code of practice. Technical Reports Series N° 457, Vienna, IAEA, 2007.

IAEA - International Atomic Energy Agency. Implementation of the international code of practice on dosimetry in diagnostic radiology. (Technical reports series n° 457), Vienna, IAEA, 2011.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. (2010). Natural and Induced radioactivity in food. Viena: IAEA publications.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. (2004). *Radiation, People and the Environment*. IAEA Booklet. Vienna.

KALENDER WA: Computed tomography. Fundamentals system technology, image quality, applications. 2st ed. Publicis Corporate Publishing, Erlangen 2006.

MOTA HC. Proteção radiológica e Controle de Qualidade em Radiologia. Rio de Janeiro (RJ): IRD/CNEN; 1994.

NOUAILHETAS Y. (n.d). *Apostila Educativa – Radiação Ionizante e a vida*. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Rio de Janeiro. Acedido em 15 de setembro de 2015, em: www.cnen.gov.br

ORTEGA, F.; História, Ciências e Saúde – Manguinhos, Rio de Janeiro 2006, vol. 13, 1989.

OLIVEIRA, M.L. and KHOURY, H. Influência do Procedimento Radiográfico na Dose de Entrada na Pele de Pacientes em Raios X Pediátricos. *Radiologia Brasileira*, v 36, p.105-109, 2003.

PICANO E, Vano E, Semelka R, et al. The American College of Radiology white paper on radiation dose in medicine:deep impact on the practice of cardiovascular imaging. *Cardiovasc Ultrasound*. 2007;5:37.

RAISSAKI M.T. Pediatric Radiation Protection. *Eur Radiol Syllabus*,14, 2004. 7483.

REPORT OF THE UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION TO THE GENERAL ASSEMBLY. <http://www.unscear.org/unscear/index.html>, consultado em 03 de Outubro de 2015.

REFERENCE LEVELS IN MEDICAL IMAGING: Review and Additional Advice. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12685758>, consultado a 23 de Novembro de 2007.

TAUHATA L, Salati I.P.A., Prinzió R.D, Prinzió A.R.D. Radioproteção e Dosiometria: Fundamentos. Instituto de Radioproteção e Dosimetria. 5ª Revisão, Agosto 2003

TAUHATA,L. et al. Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos. 5a revisão. Agosto/2003.Rio de Janeiro.IRD/CNEN.

Título: “Chromosomal aberrations and sister-chromatid exchanges in Lithuanian populations: effects of occupational and environmental.” Autores: Lazutka JR; Lekevicus R; Dedonyte V; Maciuleviciute-Gervers L; Mierauskiene J; Rudaitiene S; Slapsyte G. Periódico: *Mutation Research*. País e Ano da Publicação: Holanda, 1999.

UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION. (1993). *Sources and effects of ionizing radiation*. UNSCEAR 1993 Report. Nova Iorque.

Originalmente publicado na Revista COOPEX/FIP (ISSN:2177-5052). 8ª Edição - Vol. 08 - Ano: 2017. No seguinte endereço: <http://coopex.fiponline.edu.br/artigos>

WILLIS C. E., PhD, Slovis T. L., MD. TheALARAConcept in Pediatric CR and DR: Dose reduction in Pediatric Radiographic Exams-a White Paper Conference Executive Summary. Radiology 2005; 234: 343-344.