

O IMPACTO DA EXPOSIÇÃO À RADIAÇÃO NOS EXAMES DE IMAGEM PARA O PACIENTE: REVISÃO DE LITERATURA

Alana Morais Guidetti¹,
Clóvis Jr. Ribeiro Escobar²,
Daniel Proença Malaquias³,
Giovanna Lemos Naia⁴,
J. Zambrim Mendonça⁵,
Mateus Serafim C. Carneiro⁶,
Pedro Giacomet Casso⁷,
Vitor Verlangieri Carmo Machado⁸,
Wanderson Alan da Silva Rodrigues Bittencourt⁹,
Lamartine de Figueiredo Costa Junior¹⁰

RESUMO

Grande parte dos efeitos biológicos causados pela radiação aparecem devido exposição prolongada à mesma. Cada célula do organismo possui seu limiar de tolerância e dessa forma os malefícios vão aparecendo em graus distintos. O efeito da radiação ionizante aos tecidos depende do tipo de radiação e do tecido a ser infiltrado. Os efeitos vão desde o sistema hematopoiético que podem cursar com anemia até o cerebral que pode resultar em morte por colapso, por exemplo. Cada método de imagem emite uma quantidade diferente de radiação, dessa forma, médicos radiologistas e técnicos na área são treinados para limitar a exposição do paciente a uma dose segura para realizar o diagnóstico correto. Caso a radiação seja utilizada de forma indiscriminada, a exposição em excesso à radiação pode ter um efeito carcinogênico e principalmente teratogênico

¹ Discente do curso de Medicina do Univag e Membro da Liga de Radiologia e Diagnóstico por Imagem, L.A.R.D.I – UNIVAG

² Discente do curso de Medicina do Univag e Membro da Liga de Radiologia e Diagnóstico por Imagem, L.A.R.D.I – UNIVAG

³ Discente do curso de Medicina do Univag e Membro da Liga de Radiologia e Diagnóstico por Imagem, L.A.R.D.I – UNIVAG

⁴ Discente do curso de Medicina do Univag e Membro da Liga de Radiologia e Diagnóstico por Imagem, L.A.R.D.I – UNIVAG

⁵ Discente do curso de Medicina do Univag e Membro da Liga de Radiologia e Diagnóstico por Imagem, L.A.R.D.I – UNIVAG

⁶ Discente do curso de Medicina do Univag e Membro da Liga de Radiologia e Diagnóstico por Imagem, L.A.R.D.I – UNIVAG

⁷ Discente do curso de Medicina do Univag e Membro da Liga de Radiologia e Diagnóstico por Imagem, L.A.R.D.I – UNIVAG

⁸ Discente do curso de Medicina do Univag e Membro da Liga de Radiologia e Diagnóstico por Imagem, L.A.R.D.I – UNIVAG

⁹ Discente do curso de Medicina do Univag e Membro da Liga de Radiologia e Diagnóstico por Imagem, L.A.R.D.I – UNIVAG

¹⁰ Medico radiologista, docente do curso de Medicina do Univag.

em gestantes. Independente dos males causados pela exposição à radiação, seus benefícios são importantes para o diagnóstico de inúmeras patologias e para o avanço da Medicina se usado de forma consciente e dentro das normas regulamentadoras. O presente estudo tem por objetivo fazer revisão de literatura acerca do impacto da radiação em pacientes submetidos a exames por imagem.

Palavras-chave: Radiação; ionizante; tomografia; ALARA; radiologia.

ABSTRACT

Much of the biological effects caused by radiation appear due to prolonged exposure. Each cell in the organism has its own tolerance threshold, in this way the dangers may appear in different degrees. The effects of ionizing radiation in the tissues depends of the type of radiation and the tissue that will be infiltrated. The effects ranging from hematopoietic system, which can course with anemia, to nervous central system, which can result in death for collapse, for example. Each imaging method emits a different amount of radiation, thus, radiologist's physicians and techniques in this area are trained to limit the patient exposure for a safe dose to make the correct diagnosis. If the radiation is used indiscriminately, the excess of radiation exposure may have a carcinogenic effects and mainly teratogenic in pregnant women. Regardless of the harm caused by exposure to radiation its benefits are important for the diagnosis of many diseases and to the advancement of medicine if used consciously and within regulatory standards. This literature review aims to evaluate the impact of radiation on patients undergoing imaging exams.

Keywords: Radiation ; ionizing ; tomography ; ALARA ; radiology.

INTRODUÇÃO

De modo geral, o conceito de radiação ionizante diz respeito a uma forma de energia forte o bastante para arrancar um elétron de seu orbital, a qual podemos classificar em fontes de emissão artificial, como o Raio-X utilizado diariamente na prática médica ou fontes naturais como os raios gama que ocorrem quando há a desintegração de um elemento.(TRAVASSOS,2009)

Já os efeitos biológicos são causados quando células do organismo humano são submetidas a um excesso dessa radiação, a qual pode originar efeitos biológicos , sejam eles estocásticos, determinísticos ou agudos.(IARED,2010)

Para que os efeitos indesejados se manifestem, o nível de Radiação deverá atingir ou ultrapassar o limiar de tolerância de cada célula. Podemos elencar como principais efeitos biológicos a mutação, a carcinogênese, e sinais clínicos como eritema,

náuseas, catarata e síndromes gastrointestinais, hematopoiéticas, cerebrais e pulmonares. (NOVAILHETAS, 2013)

Apesar de apresentar diversos estudos sobre os malefícios, a utilização destes tipos de radiações ionizantes para o diagnóstico e terapia de pacientes de um modo geral, tornou-se uma prática comum e seus benefícios, diversos. No entanto, mesmo que se justifique plenamente a sua utilidade na prática médica, em razão dos benefícios que trarão aos pacientes, não deve se esquecer que o uso indiscriminado dessa técnica pode trazer outras consequências ao paciente. (TRAVASSOS, 2009)

REVISÃO DE LITERATURA

Efeito da radiação ionizante aos tecidos

Os efeitos ocorrem quando um número de células é submetido a um nível elevado de radiação, onde seu efeito biológico vai depender do tipo de radiação e o tipo de tecido irradiado. A quantidade de células alteradas pode variar, portanto, um grande número de células atingidas pode causar o mal funcionamento do órgão atingido, mas se abranger um pequeno número de células os efeitos poderão ser imperceptíveis (OKUNO, 2013).

Quando a radiação interage com a matéria ocorre transferência de energia, o que pode provocar ionização e excitação de átomos e moléculas associadas, ocasionando alterações que podem ser temporárias ou permanentes nestas células levando conseqüentemente aos efeitos biológicos (VELUDO, 2011).

Os efeitos biológicos são respostas naturais do organismo a um agente agressor, ou seja, é o resultado da interação da radiação com a matéria e pode ser reversível ou não, dependendo basicamente do tempo de exposição (imediato ou tardio), do nível de dano (somático ou genético) e da dose absorvida (estocástico ou determinístico) (VELUDO, 2011).

Os efeitos agudos da radiação são resultado de uma irradiação extremamente alta ao corpo inteiro, que podem provocar modificações nas células mais sensíveis do organismo e podem se manifestar em horas, dias ou semanas após a

exposição. Estes efeitos se dividem em síndrome hematopoiética, síndrome gastrointestinal, síndrome pulmonar e síndrome cerebral (VELUDO, 2011).

Estes efeitos são dose-dependentes de modo que a exposição a 2-4 sievert pode afetar a função medular, levando a linfopenia, leucopenia, trombocitopenia e anemia. As síndromes gastrointestinais podem ocorrer quando exposto 4-7 Sv cursando com quadro de diarreia, vômitos, hemorragias e até morte em 5-6 dias. Insuficiência respiratória aguda, coma e morte entre 14 e 36 horas podem aparecer com irradiação de 8-9 Sv. Quando a exposição é superior a dez sievert o paciente fica suscetível a morte em poucas horas por colapso. (NOVAILHETAS, 2013).

Já os efeitos determinísticos se manifestam quando um limiar de dose é alcançado, ocasionando morte celular, sendo importante mencionar que indivíduos possuem limiares diferentes. Portanto para que ele ocorra é necessário que haja uma exposição a altas doses de radiação. As alterações que ocorrem são somáticas e quando a morte celular não for compensada podem ocorrer alguns efeitos clínicos ou patológicos, como esterilidade, eritema, necrose celular, leucopenia, anemia, hemorragia, cataratas, náuseas e alterações fibróticas em órgãos internos (VELUDO, 2011).

Relação da dose de radiação e metodologia de imagem

Todos os seres vivos sofrem ação da radiação ionizante presente no ambiente, como a do gás radônio encontrado em nossas casas e a proveniente dos raios cósmicos. Essa radiação de fundo é diferente em diversos pontos geográficos do globo. Em países industrializados, chega a 3,0 mSv ao ano (HALL, 2008).

As doses de radiação utilizadas nos exames diagnósticos não têm o potencial de provocar morte celular. Mas poderiam, eventualmente, provocar mutações genéticas com potencial de provocar câncer ou doenças congênitas na prole. Acredita-se que esses efeitos são dependentes da dose recebida ao longo da vida. É o que chamamos de efeito cumulativo (DAMBER et al, 2002).

Alguns exames expõem o paciente a níveis muito baixos de radiação. Por exemplo, uma radiografia do tórax expõe o paciente a 0,1 mSv. Isso equivale a 10 dias de exposição à radiação ambiente. Uma cintilografia óssea usa uma dose de radiação de cerca de 0,05 mSv – o equivalente a cerca de seis dias de exposição à radiação ambiente. Para a mamografia, a dose é de 0,7 mSv – o equivalente a três meses de exposição à radiação ambiente. A densitometria óssea e radiografias de extremidade – como a do antebraço, por exemplo – geram uma dose equivalente a menos de um dia de exposição à radiação ambiente (0,001 mSv). Por isso há tanta confiança na segurança do uso da mamografia e a densitometria óssea para o rastreamento do câncer de mama e da osteoporose, respectivamente (WAGNER IARED et al, 2010).

Exames como a tomografia computadorizada, especialmente as mais modernas, com várias fileiras de detectores, submetem o paciente a doses maiores de radiação e devem ter sua indicação limitada a situações mais específicas. Para exemplificar, uma tomografia computadorizada de abdome e pelve oferece uma dose de radiação efetiva de 10 mSv a 14 mSv, o equivalente a cerca de quatro anos de exposição à radiação de fundo. Alguns autores preconizam inclusive a indicação de exames de ressonância magnética (de maior custo) como alternativa, devido à alta dose de radiação da tomografia (SEMELKA et al, 2007).

Os médicos radiologistas, tecnólogos e técnicos são treinados para limitar a exposição do paciente à menor dose de radiação necessária para o diagnóstico correto. São três os princípios básicos da proteção radiológica: justificação, limitação da dose e otimização. O princípio da justificação diz respeito à indicação do exame. Somente se deve indicar um exame que exponha o paciente à radiação ionizante, se os benefícios potenciais trazidos pelos resultados dos exames superem os riscos envolvidos. A limitação da dose é estabelecida na legislação. No Brasil, o órgão responsável pela regulamentação das doses de radiação é a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). A otimização quer dizer que devem ser utilizadas doses tão baixas quanto razoavelmente exequíveis, considerando os fatores econômicos e sociais. É o princípio ALARA (*as low as reasonably achievable*) (PRASAD KN et al, 2004; WAGNER IARED et al, 2010).

Efeitos do uso da radiação ionizante durante a gestação

Para a gestante, esses efeitos biológicos são idênticos aos sofridos por uma mulher que não esteja grávida e não serão discutidos neste artigo. Por outro lado, os efeitos biológicos decorrentes da exposição à radiação ionizante pelo feto merecem destaque e podem ser divididos em quatro categorias: distúrbios do crescimento e desenvolvimento, óbito intra-uterino; malformações; efeitos mutagênicos e carcinogênicos que podem ser observados na tabela abaixo. (VELUDO, 2011)

Tabela - Período gestacional e possíveis efeitos da radiação

Período	Possíveis Efeitos
0-2 Semanas (Pré-Implantação)	Morte Embrionária Nenhum Efeito
2-8 Semanas (Organogênese)	Malformações Congénitas Retardo no Crescimento
8-15 Semanas	Retardo Mental (Alto Risco) Déficit Intelectual Microcefalia/Hidrocefalia
16-30 Semanas	Retardo Mental (Baixo Risco) Inibição do Crescimento Microcefalia
Após a 32ª Semana	Sem Risco Significativo

Adaptado de Hospital Israelita Albert Einstein

A ocorrência desses efeitos depende da dose de radiação absorvida e da idade gestacional. Geralmente, baixas doses de radiação absorvida podem provocar dano celular transitório e passível de ser reparado pelo próprio organismo. Por outro lado, altas doses de radiação podem interromper o desenvolvimento e a maturação celular, provocando a morte fetal ou malformações (D'IPPOLITO et al, 2005).

O embrião é mais sensível aos efeitos da radiação ionizante nas duas primeiras semanas de gestação; durante este período, o embrião exposto à radiação permanecerá intacto ou será reabsorvido ou abortado. Considera-se risco de morte fetal

neste período quando a exposição for superior a 10 rad (100 mSv). Durante a 3^a e 15^a semanas de gestação (quando ocorre a organogênese), o dano no embrião pode ser decorrente de morte celular induzida pela radiação, distúrbio na migração e proliferação celular (BENTUR, 1994). Nesta fase podem ocorrer graves anormalidades no sistema nervoso central, que está em formação (por exemplo, hidrocefalia e microcefalia). Quando o feto é exposto a doses superiores a 100 mSv, podem ocorrer retardo mental e redução de cerca de 30 pontos no quociente de inteligência (QI) para cada 100 mSv acima do limite superior tolerado (VELUDO, 2011).

É importante lembrar, no entanto, que é muito difícil que em exames diagnósticos de rotina, mesmo quando realizados com campo de irradiação direto sobre o útero, o feto seja exposto a essas doses de radiação. Entre a 16 e 30 semanas de gestação permanecem os riscos de retardo mental, inibição do crescimento do feto e microcefalia. Após a 32^a semana de gestação não há riscos significativos ao feto, excetuando-se um possível aumento do risco de desenvolver uma neoplasia maligna durante a infância ou a maturidade. Neste sentido é importante observar que a incidência natural de anomalias congênitas na população em geral varia entre 0,5% e 5%. Segundo diversos estudos, a probabilidade de malformações congênitas induzidas por exposição à radiação ionizante é da ordem de 0,5% para uma dose de 10 mSv; os riscos de microcefalia e retardo mental são de 0,4% e 0,1%, respectivamente, para uma dose de 10 mSv. Por outro lado, não foram identificados. (D'IPPOLITO et al, 2005)

Exames de RX de crânio, tórax, coluna cervical, torácica e de extremidades expõem o feto a mínima radiação e virtualmente nula ou não mensurável (TOPPENBERG, 1999). Todavia, alguns cuidados podem e devem ser tomados em pacientes grávidas, tais como usar protetores de chumbo sobre o abdome, colimar o feixe de raios X para a área de interesse e utilizar equipamentos permanentemente calibrados e aferidos. Exames de RX simples de abdome e coluna lombar também podem ser realizados, sem risco para o feto, procurando-se reduzir a dose ao mínimo necessário para se obter imagens diagnósticas. No entanto, deve-se considerar o fato da gestante estar bastante sensível e fragilizada, preocupada com o fato que a radiação possa afetar o seu feto, o que gera muita angústia e ansiedade. Portanto, sempre que

possível devem-se priorizar métodos diagnósticos reconhecidamente inócuos ao feto, como US e RM. Existem evidências de que o uso de radiografias digitais também reduziria a quantidade de radiação ionizante absorvida pela paciente. (HALL et al, 1991)

A dose de radiação absorvida na região abdominal em um exame de TC de crânio, coluna cervical, dorsal e tórax é superior quando comparada aos exames efetuados em equipamentos radiológicos convencionais, porém é bastante reduzida, não oferecendo risco para o feto; no entanto, é importante usar proteção abdominal como avental de chumbo para tranquilizar a paciente e reduzir ulteriormente a dose de radiação. (HENEGHAN, 2003)

O Cuidado Do Uso Da Radiação Em Pacientes Pediátricos

Devido à elevada multiplicação celular e expectativa de vida, a população pediátrica é mais radiosensível que os adultos necessitando assim de maiores cuidados e atenção com os prováveis efeitos determinísticos. (NAVARRO, 2012)

Ainda existem poucos estudos a logo prazo sobre o impacto da radiação dos exames por imagem nos pacientes pediátricos, entretanto esses concluem que quando expostas a mesma quantidade de radiação, uma criança de um ano de idade possui até quinze vezes mais chances de desenvolver uma neoplasia do que um adulto de cinquenta anos de idade. (DALMAZO, 2010).

Outro levantamento feito em um hospital norte-americano mostrou que os pacientes, em média, foram expostos a 45mSv (equivalente a radiação de uma radiografia torácica), e 12% foram expostos a mais que o dobro desta quantidade. Também foi constatado que muitos médicos solicitam varreduras duplicadas, enquanto outros prescrevem TCs com cautela para investigar ou descartar patologias suspeitas. (BUTLER, 2014)

O conceito ALARA de mínimo risco é fundamental na pediatria, de modo que os exames complementares essenciais ao diagnóstico e tratamento das condições pediátricas obtenham o máximo de benefício frente ao menor risco possível, evitando

que a criança seja exposta desnecessariamente a situações de risco imediato e futuro, preservando a criança ou o adolescente de situações desnecessárias de sofrimento físico ou de quaisquer agravos psicológicos evitáveis. (VALENTE, 2012)

Diante do exposto é fundamental que exista controle a exposição desnecessária a radiação ionizante através da boa anamnese e exame físico, simultâneo à comunicação entre o pediatra e o radiologista. Também deve-se fazer o menor tempo de exposição e aconselhamento adequado a crianças e acompanhantes para minimizar a distorção da imagem devido a movimentação do paciente, evitando uma segunda dose de radiação. (VALENTE, 2012)

Exames Alternativos

O uso de exames de imagem sem radiação ionizante é uma boa opção para evitar possíveis danos causados pelo excesso de radiação, especialmente em grupos mais suscetíveis como gestantes e crianças como por exemplo a Ultrassonografia (USG) e a Ressonância Magnética (RM) .Se necessário o radiologista deve avisar o médico solicitante sobre possíveis riscos provenientes da radiação da tomografia em gestantes, e sugerir outros métodos de imagem com benefícios semelhantes e menores riscos . (PARENTE, 2013)

Apesar das limitações da USG como método diagnóstico - por exemplo: ser operador dependente, avaliação de tecidos profundos nem sempre possível em decorrência de artefatos , condições do paciente (obesidade, dor no local do exame, gases em alças e etc.)- suas vantagens colocam o exame como um eficaz método na substituição de exames que utilizam radiação. Entre os prós há o fato de sua ampla disponibilidade, baixo custo, feito em tempo real, possibilita avaliação de fluxos vasculares por efeito Doppler. Vale ressaltar seu uso disseminado em diversas áreas da medicina, especialmente na obstetrícia, sendo o método de escolha para rastreamento de malformações fetais, por exemplo, minimizando assim os riscos provenientes da radiação ao feto. (XIMENES,2008)

Outro exame utilizado na prática médica e de boa acurácia diagnóstica é a Ressonância Magnética. Esta permite a avaliação de tecidos moles como parênquima encefálico, sendo utilizada até mesmo para avaliação fetal, evitando a exposição à radiação ionizante. No entanto seu uso tem contraindicação relativa no primeiro trimestre de gestação e suas desvantagens incluem ainda alto custo, tempo elevado para realização, e acesso mais restrito em comparação com outros exames. Esses fatores limitam ainda sua utilização na emergência, por exemplo, fazendo com que a Tomografia seja o método de escolha nesta situação. (XIMENES,2008)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os exames de imagem que usam radiação ionizante estão bem consolidados como ferramenta diagnóstica, devido a sua qualidade e viabilidade em muitos casos.

Entretanto, devemos sempre levar em consideração os possíveis efeitos nocivos que a radiação pode representar. A radiação pode se acumular e desencadear o aparecimento de alguns sintomas e ser prejudicial em determinados grupos mais que outros, como é o caso de crianças e gestantes. Por isso deve-se sempre solicitar tais exames com cautela sempre analisando se os resultados realmente irão acrescentar dados para o diagnóstico ou conduta a ser tomada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BENTUR Y. Ionizing and nonionizing radiation in pregnancy. In: Koren G, editor. Maternal-fetal toxicology. 2nd ed. New York: Marcel Dekker, 1994; 515.
2. BRENT RL. The effect of embryonic and fetal exposure to x-ray, microwaves, and ultrasound: counseling the pregnant and nonpregnant patient about these risks. *Semin Oncol* 1989;16:347–368.

3. BUTLER, Priscilla F. Image gently and Image Wisely. American College of Radiology. 2014. Disponível em: <http://hpschapters.org/dvsrs/Past%20Meetings_files/2014%20Mid-Atl%20Rad%20Cntl_IG-IW.pdf>.
4. D'IPPOLITO, Giuseppe; MEDEIROS, Regina Bitelli. Exames radiológicos na gestação. **Radiol Bras**, São Paulo , v. 38, n. 6, p. 447-450, Dec. 2005 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-39842005000600013&lng=en&nrm=iso>.
5. DALMAZO, Jucileia et al. Otimização da dose em exames de rotina em tomografia computadorizada: estudo de viabilidade em um hospital universitário. **Radiol Bras**. 2010 Jul/Ago;43(4):241–248
6. DAMBER L et al. Thyroid cancer after X-ray treatment of benign disorders of the cervical spine in adults. *Acta Oncol*. 2002;41(1):25-8.
7. HALL EJ. Scientific view of low-level radiation risks. *RadioGraphics* 1991;11:509–518.
8. HALL EJ; BRENNER DJ. Cancer risks from diagnostic radiology. *Br J Radiol*. 2008;81(965):362-78
9. HENEGHAN J. P.; MCGUIRE K. A. et al. Helical CT for nephrolithiasis and ureterolithiasis: comparison of conventional and reduced radiation-dose techniques. *Radiology* 2003;229:575–580.
10. IARED, Wagner; SHIGUEOKAI, David Carlos. Exposição à radiação durante exames de imagem: dúvidas frequentes. *Diagn. tratamento*, v. 15, n. 3, 2010.
11. NAVARRO, Valéria Coêlho Costa et al . Avaliação de exposições médicas em procedimentos pediátricos de radiologia intervencionista. **Radiol Bras**, São Paulo , v. 45, n. 4, p. 210-214, Aug. 2012 .
12. NOVAILHETAS, Yannick. Apostila educativa: radiações ionizantes e a vida. Disponível em: <www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/rad_ion.pdf>. 2013.
13. OKUNO, Emico. Efeitos biológicos das radiações ionizantes: acidente radiológico de Goiânia. *Estud. av.*, São Paulo , v. 27, n. 77, 2013 .

14. PARENTE, Daniella Braz. O risco da radiação no uso indiscriminado da tomografia computadorizada. Radiol Bras, São Paulo , v. 46, n. 2, p. v-vi, Apr. 2013 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-39842013000200001&lng=en&nrm=iso>.
15. PRASAD K. N.; COLE W. C.; HAASE G. M. Radiation protection in humans: extending the concept of as low as reasonably achievable (ALARA) from dose to biological damage. Br J Radiol. 2004;77(914):97-9.
16. SEMELKA R. C. et al. Imaging strategies to reduce the risk of radiation in CT studies, including selective substitution with MRI. J Magn Reson Imaging. 2007;25(5):900-9.
17. STANFORD DOSIMETRY, LLC. RADAR. Medical procedure radiation dose calculator and consent language generator. Abril de 2010. Disponível em: <<http://www.doseinfo-radar.com/RADARDoseRiskCalc.html>>.
18. TOPPENBERG, K. S.; HILL, D. A; MILLER, D. P. Safety of radiographic imaging during pregnancy. Am Fam Physician 1999;59:1813–1818, 1820.
19. TRAVASSOS, Leonardo Vieira et al . Avaliação das doses de radiação em uretrocistografia miccional de crianças. Radiol Bras, São Paulo , v. 42, n. 1, p. 21-25, Feb. 2009 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-39842009000100006&lng=en&nrm=iso>. access on: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-39842009000100006>.
20. VALENTE, Marcelo; OLIVEIRA, Luiz Antonio Nunes de; CARNEIRO-SAMPAIO, Magda. Radiologia pediátrica: quando o diagnóstico deve ser "amigo" da criança. Radiol Bras, São Paulo , v. 45, n. 5, p. V, Oct. 2012
21. VELUDO, Patrícia Carvalho. Efeitos da radiação X e níveis de exposição em exames imagiológicos: inquéritos a clínicos gerais. 2011.
22. XIMENES, Renato Luis da Silveira et al . Avaliação crítica dos benefícios e limitações da ressonância magnética como método complementar no diagnóstico das malformações fetais. Radiol Bras, São Paulo , v. 41, n. 5, p. 313-318, Oct. 2008 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-39842008000500009&lng=en&nrm=iso>.