

Portal de Boas Práticas em
Saúde da Mulher, da Criança
e do Adolescente



ATENÇÃO À
CRIANÇA

EXPOSIÇÃO PEDIÁTRICA À RADIAÇÃO IONIZANTE EM EXAMES RADIOLÓGICOS



Crianças são mais radiosensíveis que adultos, portanto estão expostas à riscos mais elevados de câncer de cérebro, mama, pele, tireoide e leucemia ao longo da vida após exposição às radiações.



Objetivos dessa apresentação:

- Apresentar o que são as radiações ionizantes presentes em exames radiológicos e seus riscos à saúde da criança;
- Discutir a necessidade de uso racional desta tecnologia em pediatria e formas de minimizar seus efeitos nas crianças.



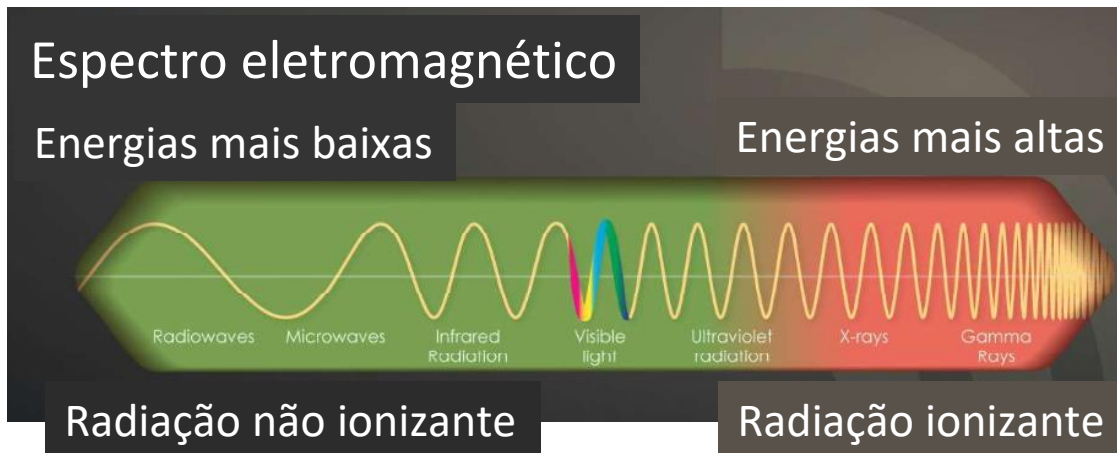
Ondas Eletromagnéticas

Oscilação do campo elétrico

Comprimento
de onda

Propagação

Oscilação do campo magnético

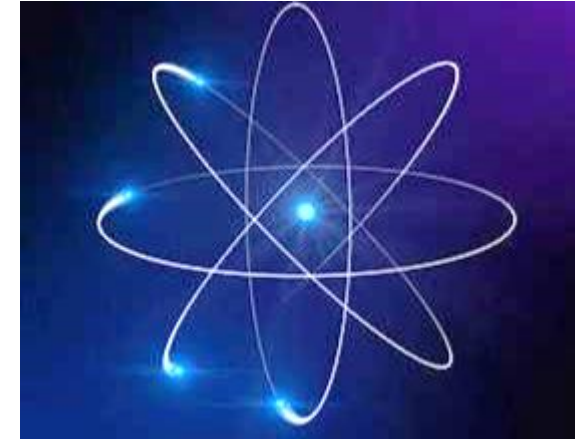


- Ondas eletromagnéticas são energia em propagação, campo elétrico perpendicular à campo magnético, capaz de interagir com a matéria, e dependendo de sua energia, modificá-la.
- As radiações ionizantes, que possuem menor comprimento de onda e, portanto, maior energia, são capazes de ionizar átomos das nossas moléculas e modificá-las, inclusive moléculas de DNA.
- Radiação não ionizante: ondas de rádio, micro-ondas, radiação infra vermelha, luz visível.
- Radiação ionizante: Raios X e Raios Gama

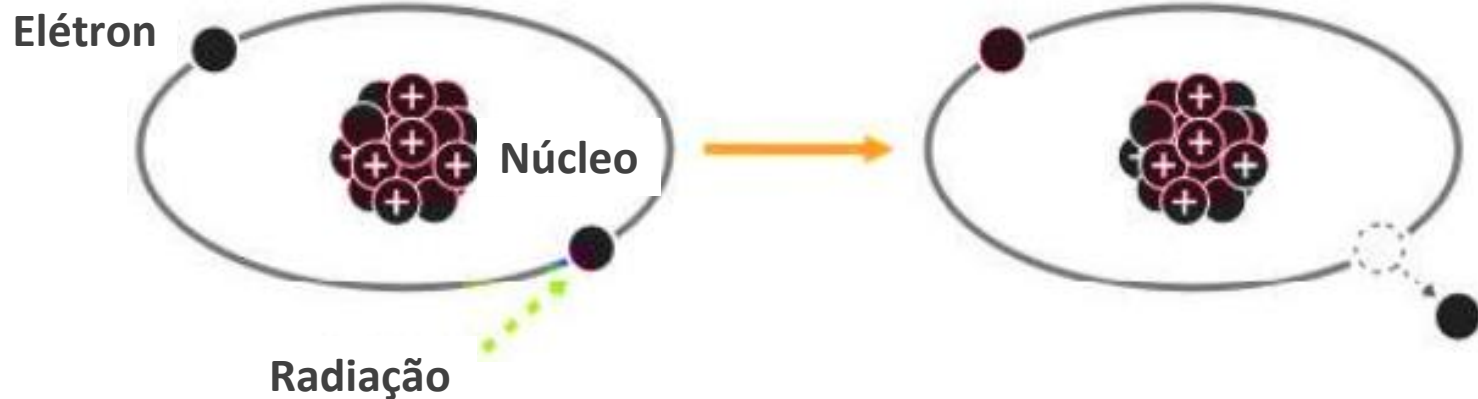


O que são Radiações Ionizantes?

Ondas eletromagnéticas ou partículas emitidas por elementos químicos instáveis (radioativos) capazes de promover a ionização de átomos e quebras de moléculas do nosso organismo.



Radiação Ionizante



Ionização – Onde a energia proveniente da onda eletromagnética é capaz de remover um elétron da eletrosfera atômica e torná-lo um íon positivo.



Exemplos de Radiações

- Raios Ultravioleta (UV-A e UV-B) emitidos pelo Sol, dos quais se protege utilizando protetor solar, uma barreira física e química que impede que essa radiação ionizante de baixa energia penetre no tecido epitelial depositando sua energia. Por ter baixa energia, mesmo sem proteção solar, os raios ultravioleta não tem capacidade de atingir órgãos internos, por isso, o cuidado é voltado somente para a pele
- Há materiais radioativos presentes no solo, no cimento, na água, na areia e inclusive em frutos como a banana que possui o isótopo K-40 (potássio-40). Estas exposições diárias o organismo é capaz de resolver espontaneamente, não causando prejuízos para a saúde dos indivíduos.



Efeitos Biológicos das Radiações

Efeitos Determinísticos

A gravidade é proporcional à dose!

- Efeitos à curto prazo - podem aparecer após algumas horas, dias ou até alguns anos
- Dependem do limiar de dose
- Causam morte celular
- Os efeitos dependem da dose de radiação utilizada, podendo causar: vermelhidão, queimadura, necrose, epilação temporária ou permanente, cataratas, síndrome aguda da radiação (SAR), podendo levar a óbito.

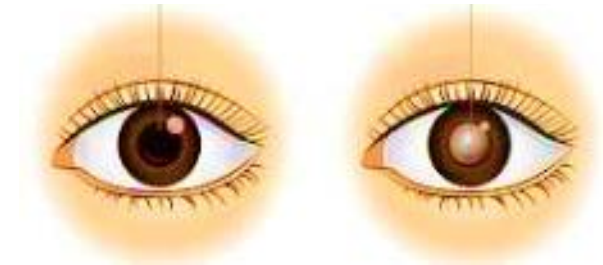


Efeitos Biológicos das Radiações

Efeitos Determinísticos



Catarata





Efeitos Biológicos das Radiações

Efeitos Estocásticos

Probabilidade proporcional à dose!

- Efeitos à longo prazo - surgem anos após a exposição. No geral os sintomas aparecem 10 anos após a exposição. A leucemia tem menor período de latência, podendo aparecer sinais 5 anos após exposição.
- Ocorrem com baixas doses de radiação - Podem ocorrer a partir da exposição à qualquer dose, baixa ou alta. Quanto maior a dose maior a probabilidade de aparecimento, quanto menor, menos provável. No entanto a probabilidade não é nula!
- Causam dano ao DNA -> tumores e câncer



Radiossensibilidade dos tecidos

Tecido	Fator de Ponderação do Tecido (*)	ΣwT
Medula óssea (vermelha), cólon, pulmão, estômago, mama, outros (*)	0,12	0,72
Gônadas	0,08	0,08
Bexiga, esôfago, fígado, tireóide	0,04	0,16
Superfície óssea, cérebro, glândulas salivares, pele	0,01	0,04
	Total	1,00

Adrenais, região extratorácica, bexiga, coração, rins, sistema linfático, músculos, mucosa oral, pâncreas, próstata, intestino delgado, baço, timo, útero/cérvix

(*) Cada tecido tem um fator de peso na contabilização da dose integral do indivíduo, visto que uns são mais sensíveis às radiações do que os outros, todos os fatores de peso somados, contabilizam 1, que representa 100% dos tecidos radiosensíveis do organismo.

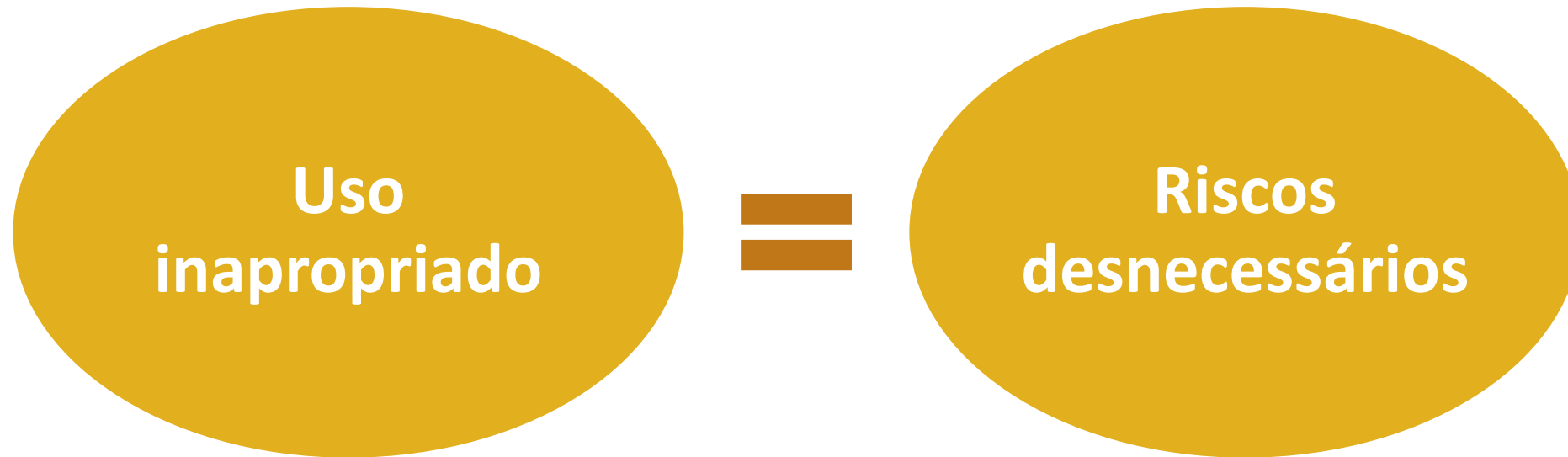


As crianças são mais radiosensíveis que os adultos por apresentarem:

- **Tecidos em desenvolvimento**
- **Longa expectativa de vida pós-exposição**
- **Reduzida massa e superfície corporal**



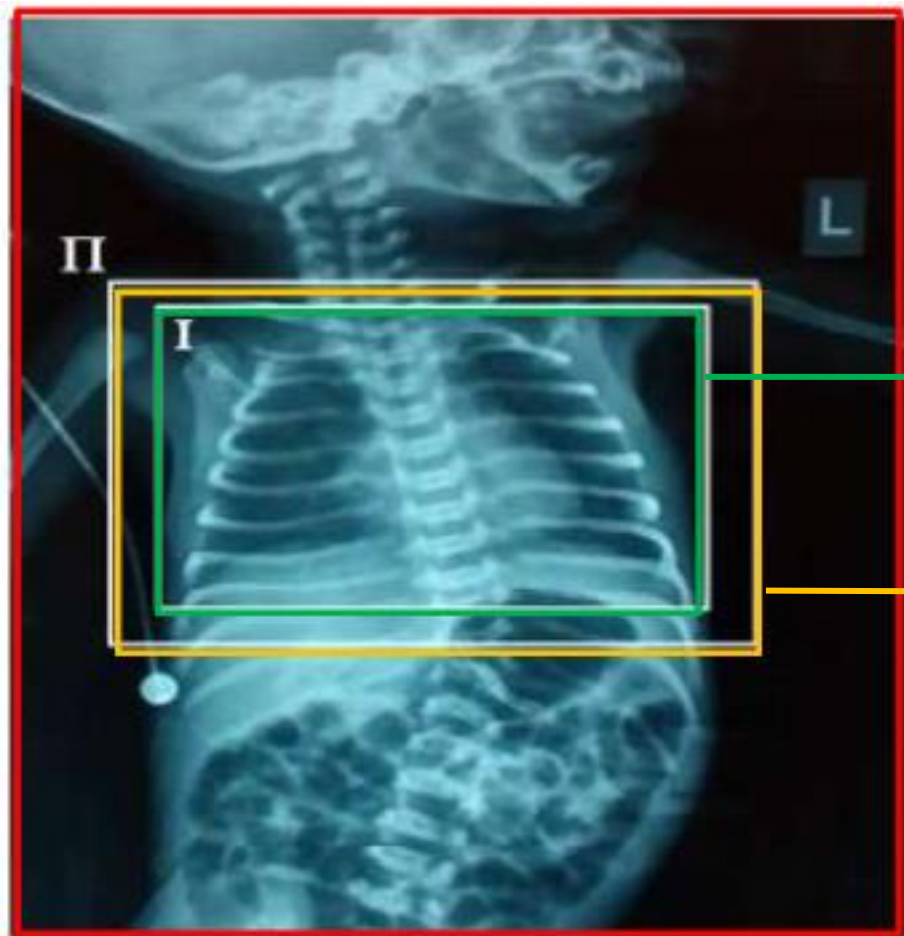
Aumento do Uso de Procedimentos Radiológicos no Brasil e no Mundo



A relação risco de exposição x benefício do diagnóstico deve sempre orientar a decisão de realização do exame



Exposições Pediátricas



I – Colimação ideal
(área de interesse diagnóstico)

II – Colimação aceitável

Superexposição



Exposições Pediátricas

Para garantir a colimação ideal deve-se posicionar corretamente o equipamento em relação à criança, considerando:

- **Distância Foco** – posicionamento do tubo de raios e filme (detector sob o paciente);
- **Angulação** – incidência do feixe deve se dar de forma perpendicular ao detector para que se evitem distorções;
- **Técnica** – seleção adequada de energia, intensidade do feixe, tempo de exposição;
- **Posicionamento** – posicionamento do paciente em relação ao detector, tubo de raios X e região de interessa a ser radiografada
- **Espaço** – necessário para posicionamento correto do equipamento em relação à estrutura a ser estudada para garantir perpendicularidade e boa colimação



Doses de radiação equivalentes a 50 mGy de dose absorvida na medula óssea e 60 mGy no cérebro triplicam a probabilidade de desenvolvimento de leucemia e câncer de cérebro respectivamente.

Pearce et al, 2012

Exposições pediátricas às radiações em tomografia pediátrica representam 8% dos estudos realizados em um hospital geral central de grande porte da cidade do Rio de Janeiro. Esse resultado é compatível com países como Estados Unidos, bastante superior aos índices apresentados pela Alemanha, França, Israel e Suíça (1-3%), no entanto, inferiores à países da Ásia e África (16-20%).

Chaves et al, BJRS, 2018

Por ano, 600.000 tomografias de abdômen e cabeça são realizadas nos EUA em pacientes com 15 anos de idade ou menos. Desses indivíduos, estima-se que 500 morreriam de câncer atribuído à exposição à radiação oriunda da Tomografia.

Brenner D.J. et al, AJR, 2001



Exposições Pediátricas

Os riscos absolutos são relativamente baixos, no entanto, estudos realizados em populações expostas mostram que cânceres radio induzidos podem não ocorrer em até 20 a 40 anos após a exposição.

Dois estudos estimaram que cerca de 30% das leucemias radio induzidas não tenham aparecido em um período de acompanhamento de 10 anos. Esse número atinge 90% para o caso de câncer de cérebro.

Ron E, et al., 1988; Preston DL, et al., 1994.

Levando-se isso em consideração, os riscos de vida associados à tomografia computadorizada pediátrica podem se tornar 1 em 7500 para leucemia e 1 em 1.000 para câncer de cérebro.

Brenner e Hall , 2012.

No Brasil, as doses são muito superiores, os equipamentos possuem sistemas menos sensíveis e não há padronização de técnicas/doses ou uso efetivo do report de doses.



Princípios de Radioproteção - Justificação

- Benefício da informação do exame
- Riscos associados à radiação
- Normas proibitivas

2.5 Fica proibida toda exposição que não possa ser justificada, incluindo:

a) Exposição deliberada de seres humanos aos raios-x diagnósticos com o objetivo único de demonstração, treinamento ou outros fins que contrariem o princípio da justificação.

b) Exames radiológicos para fins empregatícios ou periciais, exceto quando as informações a serem obtidas possam ser úteis à saúde do indivíduo examinado, ou para melhorar o estado de saúde da população.

c) Exames radiológicos para rastreamento em massa de grupos populacionais, exceto quando o Ministério da Saúde julgar que as vantagens esperadas para os indivíduos examinados e para a população são suficientes para compensar o custo econômico e social, incluindo o detrimento radiológico. Deve-se levar em conta, também, o potencial de detecção de doenças e a probabilidade de tratamento efetivo dos casos detectados.

d) Exposição de seres humanos para fins de pesquisa biomédica, exceto quando estiver de acordo com a Declaração de Helsinque, adotada pela 18ª Assembléia Mundial da OMS de 1964; revisada em 1975 na 29ª Assembléia, em 1983 na 35ª Assembléia e em 1989 na 41ª Assembléia, devendo ainda estar de acordo com resoluções específicas do Conselho Nacional de Saúde.

e) Exames de rotina de tórax para fins de internação hospitalar, exceto quando houver justificativa no contexto clínico, considerando-se os métodos alternativos.



Justificação

- Proposta de uso de tomografia computadorizada pediátrica sem contraste – trauma cerebral agudo, suspeita de cálculo renal ou doença pulmonar intersticial e algumas patologias do esqueleto.
- As demais indicações podem ser avaliadas através da combinação de ultrassonografia (USG) e ressonância magnética ou tomografia computadorizada contrastada, sem necessidade de tomografia computadorizada sem contraste na maioria das vezes.
- Necessidade urgente de otimização dos procedimentos – desafio de cooperação entre pediatras, radiologistas pediátricos e físicos médicos.



Princípios de Radioproteção - Otimização

- Tempo
- Distância
- Blindagem

ALARA – As Low as Reasonably Achievable

- Maior tempo de exposição -> maior probabilidade de efeitos estocásticos

Quem deve conter as crianças durante os procedimentos radiológicos?

(42) Exposição médica - Exposição a que são submetidos:

a) pacientes, em decorrência de exames ou tratamentos médicos ou odontológicos;

b) indivíduos não ocupacionalmente expostos que voluntariamente ajudam a confortar ou conter pacientes durante o procedimento radiológico (acompanhantes, geralmente, familiares ou amigos próximos);

c) indivíduos voluntários em programas de pesquisa médica ou biomédica e que não proporciona qualquer benefício direto aos mesmos.

(43) Exposição normal - Exposição esperada em decorrência de uma prática autorizada, em condições normais de operação de uma fonte ou de uma instalação, incluindo os casos de pequenos possíveis contratempos que podem ser mantidos sob controle.

(44) Exposição ocupacional - Exposição de um indivíduo em decorrência de seu trabalho em práticas autorizadas.



É importante fazer uso consciente das modalidades diagnósticas que envolvam exposição à radiação ionizante.

- **Médicos solicitantes devem se comunicar com os especialistas ou consultar guias de referência para garantir o bom uso do método.**
- **Familiares, não devem exigir a realização de exames desnecessários.**
- **Especialistas, devem usar sempre otimização na garantia da melhor qualidade de imagem associada às doses de radiação mais baixas possíveis.**



- N Engl J Med. 1988 Oct 20;319(16):1033-9. **Tumors of the brain and nervous system after radiotherapy in childhood.** Ron E¹, Modan B, Boice JD Jr, Alfandary E, Stovall M, Chetrit A, Katz L. (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3173432>)
- Radiat Res. 1994 Feb;137(2 Suppl):S68-97. **Cancer incidence in atomic bomb survivors. Part III. Leukemia, lymphoma and multiple myeloma, 1950-1987.**
- Preston DL¹, Kusumi S, Tomonaga M, Izumi S, Ron E, Kuramoto A, Kamada N, Dohy H, Matsuo T, Matsui T [corrected to Matsuo T], et al. (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8127953>)
- Portaria 453/1998 <https://saude.es.gov.br/Media/sesa/NEVS/Servi%C3%A7os%20de%20sa%C3%BAde%20e%20de%20interesse/portaria453.pdf>
- Survey of the use of X-ray Beam Collimator and Shielding Tools during Infant Chest Radiography. Varid Karami, Mansour Zabihzadeh, Abdolreza Gilavand, Nasim Shams. (2016) – <http://ijp.mums.ac.ir> - Original Article (Pages: 1637-1642)
- ICRP Publication 103 - The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection
- Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukemia and brain tumours: a retrospective cohort study. Mar S Pearce et al, 2012, Lancet
- Patterns and trends of Computed Tomography usage among pediatric and Young patients in a private hospital in Rio de Janeiro, 2005-2015, T.O. Chaves et al, BJRS, 2018
- Estimated Risks of Radiation Induced Fatal Cancer from Pediatric CT, Brenner D.J. et al, AJR, 2001
- Ron E, Modan B, Boice JD Jr, Alfandary E, Stovall M, Chetrit A, Katz L. Tumors of the brain and nervous system after radiotherapy in childhood. 1988.
- Preston DL, Kusumi S, Tomonaga M, Izumi S, Ron E, Kuramoto A, Kamada N, Dohy H, Matsuo T, Matsui T [corrected to Matsuo T], et al. Cancer incidence in atomic bomb survivors. Part III. Leukemia, lymphoma and multiple myeloma, 1950-1987. 1994
- Brenner DJ, Hall EJ. Cancer risks from CT scans: now we have data, what next? Radiology. 2012
- McHugh, K.; Disini, L. Commentary: For the children's sake, avoid non-contrast CT. Cancer Imaging 2011, 11, 16–18.
- Ambrosino MM, Genieser NB, Roche KJ, et al. Feasibility of high-resolution, low-dose chest CT in evaluating the pediatric chest. *Pediatr Radiol.* 1994;24:6–10. doi: 10.1007/BF02017649. PMID:8008501.
- Donnelly LF. Commentary: oral contrast medium administration for abdominal CT-reevaluating the benefits and disadvantages in the pediatric patient. *Pediatr Radiol.* 1997;27:770–2. doi: 10.1007/s002470050225.
- Strouse PJ, Bates G, Bloom DA, Goodsitt MM. Non-contrast thin-section helical CT of urinary tract calculi in children. *Pediatr Radiol.* 2002;32:326–32. PMID:11956719.

Portal de Boas Práticas em
Saúde da Mulher, da Criança
e do Adolescente



ATENÇÃO À
CRIANÇA

EXPOSIÇÃO PEDIÁTRICA À RADIAÇÃO IONIZANTE EM EXAMES RADIOLÓGICOS

Material de 01 de outubro de 2020

Disponível em: portaldeboaspraticas.iff.fiocruz.br

Eixo: Atenção à Criança

Aprofunde seus conhecimentos acessando artigos disponíveis na biblioteca do Portal.