

# OS EFEITOS BIOLÓGICOS DA RADIAÇÃO IONIZANTE NA GRAVIDEZ

## *THE BIOLOGICAL EFFECTS OF IONIZING RADIATION IN PREGNANCY*

### **Maria de Lourdes Silva**

Discente do Curso Superior de Tecnologia em Radiologia, Faculdade Evangélica de Ceres, Ceres-Goiás.

Endereço para correspondência: Avenida 16 de Julho, quadra 23, lote 11, Rialma II. Rialma-Goiás. Brasil. CEP: 76310-000

Email: [cereslu@msn.com](mailto:cereslu@msn.com)

### **Danielle Muniz Pessoa Aires**

Especialista em Vigilância Sanitária e Controle de Qualidade de Alimentos. Docente do Curso Superior de Tecnologia em Radiologia, Faculdade Evangélica de Ceres, Ceres-Goiás.

Email: [daniellempessoa@hotmail.com](mailto:daniellempessoa@hotmail.com)

## **RESUMO**

**INTRODUÇÃO:** Na realização de exames radiológicos em mulheres grávidas é necessária atenção especial, pois, no período gestacional é contraindicado o uso de radiação ionizante devido os efeitos biológicos nocivos ao embrião ou feto. A maior sensibilidade aos raios ionizantes se dá na fase inicial de implantação, do 4º ao 6º dia. A radiação ionizante pode causar efeitos malformativos, tais como: microcefalia, hidrocefalia, atraso mental, redução de inteligência, e, até, abortamento ou interrupção da gravidez. **OBJETIVOS:** Discorrer a respeito dos efeitos biológicos da radiação ionizante aos embriões ou fetos, descrevendo ainda, exames de diagnóstico por imagem que podem ser realizados durante o período gestacional. **METODOLOGIA:** Constitui-se de uma revisão de literatura narrativa, realizada a partir das bases de dados virtuais Scielo e Google Acadêmico, e ainda, de livros das bibliotecas virtual e física da Faculdade Evangélica de Ceres-Goiás. **RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Se o organismo humano for submetido a altas doses de radiação, é normal ocorrer lesões. A irradiação do feto/embrião poderá interromper a evolução e maturação celular. O efeito nocivo da radiação ionizante que predomina no desenvolvimento ou crescimento do embrião é o efeito malformativo, as anormalidades estão condicionadas ao tecido que está se formando naquele momento, e ao valor da dose empregada na exposição do exame radiológico. **CONCLUSÃO:** Os exames de ultrassonografia e ressonância magnética devem ser priorizados na gestação. Sendo os exames radiológicos, indicados para situações em que não haja a possibilidade de realização por métodos diagnósticos inócuos ao feto/embrião.

**Palavras-Chave:** Consequências biológicas; Embriões ou fetos; Irradiação na gestação; Radiação ionizante.

## **ABSTRACT**

**INTRODUCTION:** Radiological exams in pregnant women require special attention because the use of ionizing radiation due to biological effects harmful to the embryo or fetus is

contraindicado durante o período gestacional. A maior sensibilidade ocorre, em sua fase inicial de implantação, entre o 4º e o 6º dia. A radiação ionizante pode causar efeitos malformativos, tais como: microcefalia, hidrocefalia, retardo mental, redução da inteligência, e até mesmo o aborto ou a interrupção da gravidez. **OBJETIVOS:** Discutir os efeitos biológicos da radiação ionizante em embriões ou fetos, e descrever exames de imagem que podem ser realizados durante o período gestacional. **METODOLOGIA:** Trata-se de uma revisão de literatura narrativa, baseada nos bancos de dados virtuais Scielo e Google Acadêmico, bem como em livros das bibliotecas virtuais e físicas da Faculdade Evangélica de Ceres-Goiás. **RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Quando o organismo humano é submetido a altas doses de radiação, as lesões são normais. A irradiação do feto / embrião pode interromper a evolução celular e a maturação. O efeito prejudicial da radiação ionizante que predomina no desenvolvimento ou crescimento do embrião é o efeito malformativo, as alterações são condicionadas ao tecido que está sendo formado naquele momento, e ao valor da dose utilizada na exposição do exame radiológico. **CONCLUSÃO:** Ultrassonografia e ressonância magnética devem ser priorizadas durante a gravidez. Os exames radiológicos são indicados para situações em que não há possibilidade de realização por métodos diagnósticos inócuos para o feto / embrião.

**Palavras-chave:** Efeitos biológicos; Embriões ou fetos; Radiação ionizante; Irradiação durante a gravidez;

## 1. INTRODUÇÃO

A realização de exames radiológicos em mulheres grávidas requer atenção especial, pois os efeitos biológicos da irradiação indevida do embrião ou feto são nocivos. As células com alta taxa de reprodução são mais vulneráveis à radiação ionizante. A alta sensibilidade orgânica das células é proporcional ao número de divisões necessárias da célula desenvolvida, até que seja obtida a sua maturidade celular (BIRAL, 2002).

O embrião ou feto é mais susceptível aos efeitos danosos da radiação ionizante em sua fase inicial de implantação e posteriormente em sua fase embrionária. A maior sensibilidade do feto aos efeitos teratogênicos por exposição à radiação ionizante é do 4º ao 6º dia, podendo acontecer, inclusive, o abortamento do mesmo. Depois da 3ª semana de gestação, especialmente até a 8ª semana, o embrião está mais vulnerável à ocorrência de malformações. A incidência maior de efeitos danosos nesse período é no sistema nervoso central, que tem maior sensibilidade à radiação. Já no período entre a 8ª e a 15ª semana de formação, podem ocorrer microcefalia e atraso mental se o embrião for submetido a excesso de radiação (VIDEIRA e NOGUEIRA, 2002).

Os possíveis efeitos prejudiciais da exposição à radiação ionizante ao embrião/feto são múltiplos e dependem do período em que se encontra a gestação e da dose de radiação (NGUYEN e GOODMAN, 2012). A fase mais crítica corresponde à organogênese, início do

desenvolvimento dos órgãos e da estruturação do corpo do embrião, no período da 4ª à 8ª semana de gestação. Nessa fase, se o feto for submetido a doses de radiação abaixo 0,1 Gray (radiação absorvida por unidade de massa), não é apontada a hipótese de interrupção da gestação, porém se a dose de radiação for acima de 0,25 Gray à interrupção da gravidez pode ser considerada. De maneira geral, a maior parte das anomalias graves em órgãos nobres como o cérebro, bem como a ocorrência de deficiência mental e do crescimento acontece quando a exposição é da 4ª à 20ª semana de gravidez (BIRAL, 2002).

Desta maneira, o trabalho objetiva discorrer acerca das consequências biológicas da irradiação dos embriões ou fetos quando expostos indevidamente, e ainda, apontar os exames de diagnóstico por imagem possíveis de serem realizados durante a gestação.

## **2. METODOLOGIA**

Trata-se de um estudo descritivo, de aspecto qualitativo, a partir de uma revisão de literatura do tipo narrativa. A busca foi elaborada em livros das bibliotecas física e virtual da Faculdade Evangélica de Ceres, e ainda, das bases de dados virtuais Scielo e Google Acadêmico. Priorizou-se na pesquisa artigos em língua portuguesa ou inglesa, publicados nos últimos dez anos. Foram analisados 56 artigos, dos quais 18 foram selecionados por abordarem os efeitos biológicos causados pela radiação ionizante aos embriões ou fetos e exames de imagens que podem ser realizados durante a gestação. Incluiu-se no trabalho dois livros voltados à temática. Os buscadores utilizados na pesquisa foram: Consequências biológicas; Embriões ou fetos; Irradiação na gestação; Radiação ionizante.

## **3. EFEITOS DA RADIAÇÃO IONIZANTE**

A história registra que no ano seguinte à descoberta dos raios-x por Wilhelm Conrad Röntgen em 1845, muitos pesquisadores sofreram efeitos danosos resultantes da interação com a radiação ionizante, tais como: queda de cabelo, inflamação e feridas na pele e até leucemia. Sabe-se que a radiação ionizante possui energia forte o bastante para penetrar no organismo humano e assim provocar modificações nocivas em suas células (FENYO-PEREIRA e CRYVELLO JR, 2013).

Quando as células do organismo humano são expostas a uma alta dose de radiação ionizante é comum que ocorram efeitos biológicos nocivos, tais como os determinísticos, que

está relacionada com doses acima de um determinado valor, a severidade do dano, depende da dose à qual o indivíduo foi exposto, que podem ser mutagênicos. Já nos efeitos estocástico ou probabilístico (hereditário, teratogenia), existe uma relação entre dose e efeito, ou seja, quanto maior a dose, maior será o efeito danoso, sendo o nível da severidade relacionado ao local lesionado e ao tipo de dano. Consequentemente podem advir efeitos mutagênicos ou carcinógenos (VIDEIRA e NOGUEIRA, 2002).

Os efeitos estocásticos decorrem de exposições constantes a baixas doses de radiação, e dependem do tempo de exposição. Dessa forma, quanto ao tempo, os efeitos podem ser imediatos, manifestando-se logo após a irradiação, ou tardios, que são evidenciados após meses ou anos de exposição, podendo causar mutação e câncer. Quanto ao nível do dano, eles podem ser efeitos somáticos, que se dão apenas no indivíduo irradiado, não sendo transmitida a linhagem seguinte, e efeitos genéticos, causados pela irradiação de células germinativas e que são transmitidos para descendência do indivíduo exposto, causando mutações (VELUDO, 2011).

Para Okuno (2013), se um número grande de células for lesionado pela interação com a radiação, ocorrerá o mau funcionamento de um órgão; contudo, se o número de células for pequeno, o efeito prejudicial poderá nem ser notado. Os danos da radiação nas células são dependentes do quanto de exposição a essa radiação, da quantidade de células atingidas, do tipo de radiação usada e qual órgão atingido.

No organismo humano as células com maior vulnerabilidade são a pele, os glóbulos vermelhos, a medula espinhal e as células reprodutoras imaturas. Fato que justifica-se por serem estas células de alta taxa de divisão e reprodução celular, além de suas funções serem indiferenciadas. As mais resistentes são as que constituem os músculos e as células do sistema nervoso, pois não podem se dividir e possuem funções bem específicas (BIRAL, 2002).

A radiação ionizante atua causando dano em um organismo celular de duas formas: a ação direta, quando há um choque entre a radiação e o DNA, mudando a essência da molécula e causando até sua necrose; e ação indireta, quando a radiação interage indiretamente e quebra a molécula de água produzindo radicais livres, agredindo diversas moléculas consideráveis do organismo (OKUNO, 2013). Quando ocorre um efeito biológico nocivo decorrente da ação da radiação, o organismo celular está apenas reagindo a uma agressão, podendo o dano ser autorreparado ou não, dependendo do tempo de exposição, de sido curto ao longo de períodos maiores. Os efeitos prejudiciais estão condicionados ainda, ao grau do dano celular (VELUDO, 2011).

### **3.1 CONSEQUÊNCIAS BIOLÓGICAS DA RADIAÇÃO IONIZANTE SOBRE EMBRIÕES E FETOS**

Quando a gestante realizar um procedimento radiográfico e o ventre gravídico for diretamente exposto à radiação, haverá risco maior de o feto ser submetido indevidamente a uma alta dosagem. A dose de radiação excedente está sujeita também ao local em que está implantado o feto no ventre da mãe, à direção dos raios-X, e a densidade do abdome da paciente; porém, se a posição do feto estiver fora do campo de radiação a dose será mínima (MCCOLLOUGH et al., 2007). Doses elevadas de radiação ionizante poderão influenciar a interrupção da evolução e maturação celular resultando em óbito ou malformação fetal. Por outro lado, o dano celular provocado por pequenas doses de radiação é momentâneo, pois o organismo é capaz de auto reparar-se (D'IPPOLITO e MEDEIROS, 2005).

O período gestacional entre a 2ª e a 3ª semana, ou anterior a estas, comumente não é sujeita a efeitos severos, mas pode ocorrer absorção ou abortamento do embrião. Já da 4ª à 11ª semanas podem ocorrer anormalidades severas, em especial no esqueleto e sistema nervoso central. Após a 30ª semana é provável que não ocorram anormalidades estruturais, mas podem ocorrer desordens funcionais (BIRAL, 2002).

Podemos dizer então que o efeito que predomina na fase de desenvolvimento ou crescimento do embrião é o efeito malformativo, sendo que as anormalidades estão condicionadas ao tecido que está se formando naquele momento, e ao valor da dose empregada na exposição (LINS et al., 2008). As malformações observadas após o nascimento por exposição à radiação no período que compreende a 4ª e a 17ª semanas, foram microcefalia, retardo mental, e redução de 30% no QI com exposição acima do tolerado (MILLER, 1990).

Segundo D'Ippolito e Medeiros (2005), após o período da 16ª a 30ª semana de gestação do embrião, há a ameaça do desenvolvimento ser incompleto, e de retardo mental. Já após a 32ª semana há risco expressivo de uma enfermidade grave na infância ou em idade adulta. Várias pesquisas apontam que a possibilidade de malformações na gestação pela radiação ionizante é de 0,5% para uma exposição de 10 mSv. O perigo da ocorrência de microcefalia e retardo mental é de 0,4% e 0,1%, nesta ordem. Sendo que, em geral, a ocorrência de displasias congênitas ocorre entre 0,5 a 5% na população.

### **3.2 EXAMES DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEM NA GESTAÇÃO**

Antes da realização de um exame de raios-x em mulheres potencialmente férteis, deve-se verificar a condição de gravidez usando um teste simples de urina ou um relatório

sobre o histórico menstrual. Em exames comuns de raios-x, o feto está sujeito a doses que não representam risco tão significativo, contudo, é primordial a ponderação entre riscos e benefícios. Se o exame puder ser feito por outro meio que não utilize radiação ionizante, este deve ser priorizado. Não sendo possível, deve-se obter a imagem com a exposição mínima possível, ou seja, menor que 50 mGy (5 rad), e é importante verificar se o feto se encontra na direção dos raios-x. É essencial, também, que sejam esclarecidos à gestante, os riscos e benefícios do exame radiológico (D'IPPOLITO e MEDEIROS, 2005; PATEL et al., 2007).

A Portaria n° 453, de 1° de junho de 1998, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária determina, que nos estabelecimentos de radiagnóstico, devem conter avisos de advertências específicos para mulheres grávidas ou com suspeita de gravidez. Estabelece ainda que, se a última menstruação não sucedeu, a gravidez deve ser considerada e que a região do abdômen e pélvis dessas mulheres, não pode ser exposta à radiação ionizante, a não ser que haja forte indicação clínica para tal. A própria paciente, deve informar se está grávida ou não (BRASIL,1998).

O exame de diagnóstico de imagem de escolha para analisar as patologias inerentes à gravidez é a ultrassonografia, devendo ser realizado nos primeiros meses de gestação, pois a mesma está bem estabelecida na literatura nesse tipo de avaliação. Dessa maneira, tem papel importante na análise de anormalidades e no acompanhamento da gravidez em seu primeiro trimestre (RIOS et al., 2009). Apesar de depender de um operador e ter restrições em análises de profundidades e tecidos adiposos, compõe um recurso ideal de imagens na gravidez, por fazer uso de ondas sonoras na aquisição das imagens ao invés de radiação ionizante, não ser evasivo, ser de preço acessível, capturar imagens em tempo real, logo, é amplamente utilizada nas clínicas médicas e em serviços de diagnósticos (XIMENES et al., 2008).

Na ineficiência da ultrassonografia no contraste de tecidos moles e na sua dificuldade de analisar tecidos adiposos, o exame de ressonância magnética é uma opção eficaz, pois possibilita maior contraste decidual, e no decorrer do 3° trimestre de gestação o número de informação diagnóstica é superior, em função de haver menos movimentação fetal. Além disso, permite menos artefatos na imagem fetal devido à possibilidade de técnicas de exames super-rápidos, sem interferir substancial na qualidade das imagens. Além disso, não é preciso sedação fetal ou materna, justificando sua crescente popularidade em exames durante a gravidez, sendo apontada como um método de imagem seguro e sem efeitos danosos (CHEN e CHOE, 2003).

As imagens por ressonância magnética (RM) possuem alta definição diagnóstica, podendo ser empregado na análise de desenvolvimento fetal, pelo não uso da radiação

ionizante e, também, por possibilitar a avaliação de partes moles com contraste, como o encéfalo. Porém, seu custo é alto, a realização do exame é demorada, só é permitida na gestação após o primeiro trimestre, e sua disponibilidade é limitada comparada com outros tipos de exames de imagem, restringindo assim, seu uso em casos emergenciais (XIMENES, 2008).

A RM, além de não ser dependente de operador, possui melhor capacidade de diferenciar tecidos moles, o que configura visão diagnóstica privilegiada quando comparada aos demais métodos de imagem utilizados na gravidez. Tal fato que pode mudar a forma de conduzir o período perinatal, com a expansão do método ser futuramente (SHINMOTO et al., 2000). O exame de diagnóstico por RM compõe um recurso de imagem de alta precisão, sendo sua prescrição no período gestacional, quando houver ineficiência da ultrassonografia, principalmente para elucidar questionamentos médico cirúrgico (VILELA, DUARTE e GAULÃO, 2001).

Na tomografia computadorizada (TC), as doses de radiação recebidas são maiores se comparada aos exames comuns de raios-x. Porém, é possível obter imagens com doses mais baixas na paciente grávida, protegendo o feto de uma exposição excessiva (MOORE e SHEARE, 1989). Sendo a indicação da TC inevitável, como na investigação de inflamação de apêndice e cálculos urinários, e quando a ultrassonografia transvaginal não puder concluir o diagnóstico, a realização do exame e a dose de radiação estão sujeitas ao local em que irá ser irradiado em relação ao ventre materno (WIESELER et. al., 2010). Se a TC for realizada em membros superiores como tórax, cerviz e crânio, o embrião estará fora do alcance da incidência de radiação. Dessa maneira, a influência de irradiação no desenvolvimento fetal, é desconsiderada, promovendo assim, maior segurança na realização do exame (PATEL, et. al., 2007).

Embora, a radioterapia utilize altas doses de radiação, esta pode ser realizada em gestantes. Porém, deve-se ter o cuidado de usar os equipamentos de proteção individual ou EPI's adequados, como o avental de chumbo, a fim de proteger o feto da propagação de radiação ionizante indevida. Além disso, a pélvis da gestante, deve estar distante da área a ser irradiada, limitando o máximo possível à exposição radiológica. E os riscos e os benefícios devem ser sempre considerados antes da realização do tratamento (CRUZ, 2013).

#### **4. CONCLUSÃO**

De fato, o feto ou embrião, são vulneráveis aos raios ionizantes, pois estes representam risco em todas as fases de desenvolvimento gestacional. Conseqüentemente, podem acontecer efeitos malformativos graves, principalmente, se quando usadas altas doses de radiação. Por essa razão, inicialmente, devem ser priorizados, os exames de ultrassonografia, que exercem função fundamental no acompanhamento da gravidez, e a ressonância magnética, que atua na complementação dos diagnósticos de ultrassonografia, por apresentar imagens em alta definição, sendo de extrema importância na abordagem clínica e cirúrgica do período gestacional. Como vantagem desses dois métodos, tem-se a não utilização de radiação ionizante. Dessa maneira, os exames radiológicos, deveriam ficar destinados para situações, em que não haja possibilidade de realização de exames por ultrassonografia e ressonância magnética.

## **REFERÊNCIAS**

BIRAL, A. R. **Radiações ionizantes para médicos, físicos e leigos**. 1<sup>a</sup> ed. Florianópolis: Insular, 2002.

BRASIL, Portaria Federal nº 453, de 01 de junho de 1998. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico, dispõe sobre o uso dos raios-x diagnósticos em todo território nacional e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 02 de junho de 1998.

CHEN, P.L.; CHOE, K. A. Prenatal MRI of heteropagus twins. **American Journal of Roentgen Ray Society**, v. 181, n. 6, p. 1676-1678, 2003.

CRUZ, G.P.R. **Radiação na Gravidez: abordagem da mulher grávida exposta à radiação ionizante**. Porto 2013. 32 f. Dissertação (Mestrado Integrado em Medicina). Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar. Universidade do Porto, 2013.

D'IPPOLITO, G.; MEDEIROS, R. B. Exames radiológicos na gestação. **Radiologia Brasileira**, São Paulo, v.38, n.6,p.447-450, 2005.

FENYO-PEREIRA, M, CRYVELLO JR, O. **Fundamentos de Odontologia – Radiologia Odontológica e Imaginologia**. 2<sup>a</sup> edição, São Paulo: Ed. Santos, 2013.

LINS, L.; GOMES, L.; GOMES, L.; TRINDADE, M.; DIAS L.; BAGANÇA, R.; PIMENTEL, R. Efeitos de baixas doses de radiação-X no desenvolvimento do sistema



nervoso central: estudo experimental em ratos. **Radiologia Brasileira**, Salvador, v. 41, n. 1, p. 45-47, 2008.

MCCOLLOUGH, C. H.; SCHUELER, B.A.; TOMAS, T.D.; BRAUN, N.N.; REGNER, D.M.; BROWN, D.L.; LEROY, A.J;. Radiation exposure and pregnancy: when should we be concerned.**Radiographics**,Rochester,V. 27, n. 4, p. 909-917, 2007.

MILLER, R. W. Effects of prenatal exposure to ionizing radiation. **Health physics**.Bethesda, v. 59, n. 1, p. 57-61, 1990.

MOORE, M. M.; SHEARER, D. R. Fetal Dose Estimates for CT pelvimetry. **Radiology**. Providence, v. 171, n. 1, p. 265-267, 1989.

NGUYEN, C. P.; GOODMAN, L. H.Fetal risk in diagnostic radiology. **Elsevier**, Springfield, v.33, p. 4-10, 2012.

OKUNO, E. Efeitos biológicos das radiações ionizantes: Acidente radiológico de Goiânia. **Revista Estudos avançados**, v. 27, n. 77, p. 185-200, 2013.

PATEL, S. J.; REEDE, D. L., KATZ, D. S., SUBRAMANIAM, R., AMOROSA, J. K. Imaging the pregnant patient for nonobstetric conditions: algorithms and radiation dose considerations. **Radiographics**, Mineola, v. 27 n.6, p.1705-1722, 2007.

RIOS, L. T. M.;OLIVEIRA, R. V. B.;MARTINS, M. G. M.; BANDEIRA,K. P.; LEITÃO, O.M.R.; SANTOS,G. H. N.; SOUZA, M. S.Anormalidades do primeiro trimestre da gravidez: ensaio iconográfico. **Radiologia Brasileira**. São Luís, v. 42, n. 1, p. 125-132, 2009.

SHINMOTO, H.; KASHIMA, K.; YUASA, Y.; TANIMOTO, A.; MORIKAWA, Y.;I SHIMOTO, H.; HIRAMATSU, K. MR imaging of non-CNS fetal abnormalities: a pictorial essay. **Radiographics**, Tokyo, v. 20, n. 5,p.1227-1243, 2000.

VELUDO, P. C. **Efeitos da Radiação X e Níveis de Exposição em Exames Imagiológicos**. Coimbra2011. 69 f.Tese (Mestrado em Saúde Pública) - Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2011.

VIDEIRA, A.I.; NOGUEIRA, A.Exposição à Radiação na gravidez, efeitos Biológicos no embrião e no feto.**Arquivos daMaternidade Dr. Alfredo da Costa**. Francisco Gentil, v.VXII n.12, p. 66-71.2002.

VILELA, P; DUARTE, J.; GOULÃO, A. Fetal magnetic resonance. **Acta Médica Portuguesa**.Coimbra,v. 14, n. 1, p. 77-81, 2001.

WIESELER, K. M.; BHARGAVA, P.; KANAL, K. M.; VAIDYA, S.; STEWAT, B. K.; DIGHE, M. K. Imaging in pregnant patients: examination appropriateness. **Radiographics**, Seattle, v. 30 n.5, 1215-1229, 2010.

XIMENES, R. L. S.; SZEJNFELD, J.; XIMENES, A. R. S.; ZANDERIGO, V. Avaliação crítica dos benefícios e limitações da ressonância magnética como método complementar no diagnóstico das malformações fetais. **Radiologia Brasileira**, São Paulo, v. 41, n. 5, p. 313-318, 2008.