

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA  
CATARINA – CAMPUS FLORIANÓPOLIS  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE SAÚDE E SERVIÇOS  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA**

**TAINARA LAGE DO AMARAL**

**USO DO *SOFTWARE PC PROGRAM FOR X-RAY* MONTE CARLO  
PARA ESTIMATIVA DE DOSES NA RADIOLOGIA: UM ESTUDO  
DAS EVIDENCIAS CIENTIFICAS**

**FLORIANÓPOLIS, 2020**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA  
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE SAÚDE E SERVIÇOS  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA**

**TAINARA LAGE DO AMARAL**

**USO DO SOFTWARE *PC PROGRAM FOR X-RAY* MONTE CARLO  
PARA ESTIMATIVA DE DOSES NA RADIOLOGIA: UM ESTUDO  
DAS EVIDÊNCIAS CIENTÍFICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Tecnólogo em Radiologia.

Profª Orientadora: Karen Borges Waltrick, Dra.

**FLORIANÓPOLIS, 2020**

Ficha de identificação da obra elaborado pelo autor.

Amaral, Tainara Lage  
USO DO SOFTWARE *PC PROGRAM FOR X-RAY MONTE CARLO*  
PARA ESTIMATIVA DE DOSES NA RADIOLOGIA: UM ESTUDO  
DAS EVIDÊNCIAS CIENTÍFICAS / Tainara Lage do Amaral; orientação de  
Karen Borges Waltrick – Florianópolis, SC, 2020.

104 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Instituto Federal de Santa  
Catarina, Campus Florianópolis. CST em Radiologia. Departamento  
Acadêmico de Saúde e Serviços.

Inclui referências.

1. PCXMC. 2. Software. 3. Método de Monte Carlo. 4. Doses de Radiação.  
5. Radiologia. I. Waltrick, Karen Borges II. Instituto Federal de Santa  
Catarina. III. Título.

**O USO DO SOFTWARE PC PROGRAM FOR X-RAY MONTE CARLO PARA ESTIMATIVA DE DOSE NA RADIOLOGIA: um estudo das evidencias científicas**

**TAINARA LAGE DO AMARAL**

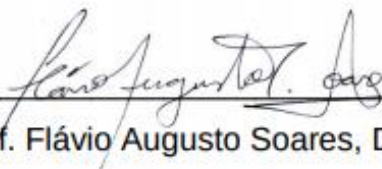
Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do Título de Tecnólogo em Radiologia e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso Superior de Tecnologia em Radiologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 17 de dezembro de 2020.

Banca Examinadora:



Profª. Karen Borges Waltrick, Dra.



Prof. Flávio Augusto Soares, Dr.

**JULIANA ALMEIDA COELHO DE MELO:04127666986** Assinado de forma digital por JULIANA ALMEIDA COELHO DE MELO:04127666986  
Dados: 2021.02.18 14:11:55 -03'00'

Profª. Juliana Almeida Coelho de Melo, Dra.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha professora-orientadora Karen Borges, por toda sua ajuda, confiança, bom humor e gentileza.

Às minhas amigas Julia Rachadel e Bianca Cunha, por todo o incentivo, ajuda, apoio e amor desde o início do curso até a sua conclusão.

A minha filha Natasha Amaral, pela compreensão e por ser a minha motivação.

A minha família, por todo o auxílio dado ao decorrer da graduação.

Ao meu namorado Diego Nickolas, que me apoiou e acolheu em todos os momentos de dificuldades, sempre me incentivando.

A todos os professores do CST em Radiologia do IFSC, por estarem sempre dispostos a ensinar, não medindo esforços para proporcionar aos alunos a melhor formação possível.

## RESUMO

O presente trabalho possui o objetivo de identificar na literatura o que há relatado a respeito do uso do *software* PC program for X-ray Monte Carlo (PCXMC) como ferramenta para a estimativa de dose na radiologia. Trata-se de uma revisão integrativa da literatura por meio da busca sistemática nas bases de dados *online* *Pubmed* e *Scopus* utilizando o termo “PCXMC” para compor a estratégia de busca. Abrangeu-se desde o primeiro até o último artigo publicado (1998-2020). Após a leitura na íntegra e submissão aos critérios de inclusão e exclusão, 121 artigos foram selecionados para compor a amostra final. A análise bibliométrica demonstrou que dos 121 artigos: 16% foram publicados no ano de 2018, 17% eram compostos por 5 autores, 2% foram realizados nos Brasil, 25% foram publicados no periódico “*Radiation Protection Dosimetry*”, 68% estimaram a dose efetiva e 62% realizaram seus estudos em equipamentos de raios X. Dos 121 artigos da amostra, foram selecionados e analisados 14 artigos que direcionaram seu foco de estudo para a avaliação da aplicabilidade do *software* PCXMC, sendo que 7 artigos realizaram comparações dos resultados do PCXMC com dosímetros e outros 7 artigos realizaram comparações entre o PCXMC e outros *softwares* similares. Em todos os 14 artigos houve uma concordância considerável entre as doses estimadas pelo PCXMC e o outro método de comparação utilizado, desta forma o referido *software* foi considerado uma ferramenta útil para a estimativa da dose na radiologia, tendo sido indicado pelos estudos analisados como um método fácil e rápido quando comparado ao método “*in vitro*”.

**Palavras-chave:** PCXMC. *Software*. Método de Monte Carlo. Doses de Radiação. Radiologia.

## ABSTRACT

The present work aims to identify in the literature what has been reported regarding the use of pc program for X-ray Monte Carlo (PCXMC) software as a tool for estimating dose in radiology. This is an integrative review of the literature through the systematic search in pubmed and scopus online databases using the term "PCXMC" to make up the search strategy. It covered from the first to the last published article (1998-2020). After reading in full and submission to the inclusion and exclusion criteria, 121 articles were selected to make up the final sample. The bibliometric analysis showed that of the 121 articles: 16% were published in 2018, 17% were composed of 5 authors, 2% were conducted in Brazil, 25% were published in the journal "Radiation Protection Dosimetry", 68% estimated the effective dose and 62% conducted their studies in X-ray equipment. Of the 121 articles in the sample, 14 articles were selected and analyzed that directed their study focus to evaluate the applicability of the PCXMC software, and 7 articles made comparisons of PCXMC results with dosimeters and other 7 articles made comparisons between PCXMC and other similar software. In all 14 articles there was considerable agreement between the doses estimated by PCXMC and the other comparison method used, thus this software was considered a useful tool for estimating the dose in radiology, being indicated by the analyzed studies as an easy and fast method when compared to the "in vitro" method.

**Key-words:** PCXMC. Software. Monte Carlo Method. Radiation Doses. Radiology.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Equipamento de TCFL.....	17
Figura 2 –	Equipamento de TCFC.....	18
Figura 3 –	PCXMC: página para simulação.....	25
Figura 4 –	Fluxograma da seleção de artigos incluídos na revisão integrativa.....	30

### MANUSCRITO 1

Figura 1 –	Fluxograma da seleção de artigos incluídos na pesquisa....	36
Figura 2 –	Publicações por ano.....	37
Figura 3 –	Número de autores por artigo.....	38
Figura 4 –	Número de artigos por países.....	39
Figura 5 –	Frequência de periódicos na amostra.....	40
Figura 6 –	Equipamentos utilizados e/ou simulados nos estudos.....	43
Figura 7 –	Anatomias mais estudadas nos artigos.....	45

### MANUSCRITO 2

Figura 1 –	Fluxograma da seleção de artigos incluídos na pesquisa....	62
------------	--	----



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAFe	Comunidade Acadêmica Federada
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
DeCS	Descritores em Ciências da Saúde
DEXA	Scanner de raios X de dupla energia
EUA	Estados Unidos da América
FOV	Campo de Visão
IFSC	Instituto Federal de Santa Catarina
KERMA	<i>Kinetic Energy Released Per Unit Mass</i>
MC	Monte Carlo
MeSH	<i>Medical Subject Headings</i>
OSLD	Dosimetria de Luminescência Óptica Estimulada
PCXMC	<i>PC Program for X-ray Monte Carlo</i>
RGD	Dosímetro de Vidro de Fosfato ativado por prata
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
STUK	Autoridade de Segurança Nuclear e Radiação
TC	Tomografia Computadorizada
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TCFC	Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico
TCFL	Tomografia Computadorizada de Feixe em Leque
TLD	Dosímetro Termoluminescente
UNSCEAR	<i>United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1</b>	<b>Problema da pesquisa.....</b>	<b>13</b>
<b>1.2</b>	<b>Justificativa.....</b>	<b>13</b>
<b>1.3</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>14</b>
<b>1.4</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Especialidades da Radiologia.....</b>	<b>15</b>
2.1.1	Radiologia convencional.....	15
2.1.2	Tomografia computadorizada.....	16
2.1.2.1	<i>Tomografia computadorizada de Feixe em Leque.....</i>	16
2.1.2.2	<i>Tomografia computadorizada de Feixe Cônico.....</i>	18
2.1.3	Radiologia intervencionista.....	19
<b>2.2</b>	<b>Grandezas da radiometria.....</b>	<b>20</b>
2.2.1	Exposição.....	20
2.2.2	KERMA.....	21
2.2.3	Dose absorvida.....	21
<b>2.3</b>	<b>O software PCXMC.....</b>	<b>22</b>
2.3.1	Método de Monte Carlo.....	22
2.3.2	Sobre o <i>software</i> PCXMC.....	23
2.3.3	Utilização do PCXMC.....	25
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>27</b>
<b>3.1</b>	<b>Estabelecimento do problema de pesquisa.....</b>	<b>28</b>
<b>3.2</b>	<b>Amostragem.....</b>	<b>28</b>
<b>3.3</b>	<b>Categorização dos estudos.....</b>	<b>31</b>
<b>3.4</b>	<b>Análise dos estudos selecionados.....</b>	<b>31</b>
<b>3.5</b>	<b>Interpretação dos resultados.....</b>	<b>32</b>
<b>3.6</b>	<b>Síntese do conhecimento.....</b>	<b>32</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>33</b>

<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>74</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	
	<b>APÊNDICES.....</b>	
	<b>APÊNDICE A – Ficha bibliográfica para coleta de dados.....</b>	
	<b>APÊNDICE B – Lista de artigos utilizados na revisão.....</b>	

## 1 INTRODUÇÃO

Desde a descoberta dos raios X, o homem já os utilizava para fins de observação da anatomia humana, muitas vezes por motivos injustificados e de lazer, pois inicialmente não se conhecia os malefícios que esta nova descoberta poderia trazer para as células do corpo. A partir da percepção de que os raios X podem ser nocivos à saúde, começou-se uma busca incansável para descobrir e minimizar os efeitos deletérios provocados por este tipo de radiação ionizante. Com o decorrer dos anos, e a criação de legislações e normas, o uso dos raios X para a observação de estruturas anatômicas internas do corpo humano tornou-se algo exclusivo de serviços de saúde, com fiscalizações rígidas e a necessidade de requisições médicas para justificar tal prática (LIMA; AFONSO; PIMENTEL, 2009).

Apesar de toda a evolução ocorrida no que se refere ao uso das radiações, ainda hoje diversos estudos têm sido conduzidos com o objetivo de otimizar a dose proveniente de exames que utilizam a radiação X, demonstrando novas formas de diminuir a exposição do paciente. Com os adventos de inovações e surgimento de novas tecnologias o modo de realizar estes estudos também se modificou, existindo atualmente diferentes programas computacionais (*softwares*) que possuem o propósito de estimar a dose do paciente, de maneira fácil e mais rápida quando comparados com o uso de dosimetria “*in vitro*” (TAPIOVAARA; LAKKISTO; SERVOMAA, 1997; TAPIOVAARA; SIISKONEN, 2008a).

O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), discorre sobre o *software* PC program for X-ray Monte Carlo (PCXMC), o qual se baseia no método de Monte Carlo (MC) para realizar cálculos matemáticos e estimar a dose efetiva e em órgãos de pacientes submetidos a exames que utilizam radiação X. O PCXMC, foi criado em 1997 por uma agência governamental da Finlândia, e desde então tem sido amplamente utilizado por diversos pesquisadores em seus estudos de dose (STUK, 2015b). O PCXMC foi especialmente desenvolvido para a radiologia e voltado inicialmente apenas para o uso em equipamentos de radiologia convencional, porém, por meio de atualizações e novos modos de utilização, o *software* hoje pode ser aplicado também para estimar a dose em qualquer equipamento que utilize a radiação X para fins de diagnóstico, bastando inserir

rigorosamente todos os dados necessários (TAPIOVAARA; SIISKONEN, 2008a; TAPIOVAARA, 2012). Este é um *software* bastante difundido em diversos países, em especial nos países europeus, com um propósito extremamente útil para a radiologia médica e odontológica. Entretanto, em pesquisa recente na literatura, não se encontrou nenhum artigo de revisão publicado sobre o tema.

Desse modo, em vista da problemática apresentada, o presente TCC trata-se de uma revisão integrativa da literatura, realizada por meio do levantamento de publicações em bases de dados *online*, via Comunidade Acadêmica Federada (CAFe) da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES), pelo acesso de estudante do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), que visa averiguar o que existe relatado na literatura sobre o uso do *software* PCXMC como ferramenta para a estimar de dose na radiologia.

### **1.1 Problema da pesquisa**

O que existe relatado na literatura sobre o uso do *software* PCXMC como ferramenta para a estimativa de dose na radiologia?

### **1.2 Justificativa**

A radiação ionizante pode trazer malefícios quando utilizada de forma errônea e sem justificativa, por esse motivo, existem diferentes normas e legislações que regem o uso desta tecnologia, como a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) N° 330 (2019) que afirma que todos os procedimentos radiológicos devem seguir os princípios de otimização, limitação da dose, justificação e prevenção de acidentes.

Em uma pesquisa simples nas bases de dados *online*, é possível verificar a existência de diferentes estudos publicados referentes à otimização da dose na radiologia médica e odontológica, muitos dos quais empregam programas computacionais (*softwares*) para realizar a estimativa de dose, uma vez em que,

segundo Tapiovaara, Lakkisto e Servonna (1997), existe uma maior dificuldade e tempo de espera para se obter medidas experimentais das doses de órgãos e efetiva por meio de modelos “*in vitro*” ou em pacientes reais.

O *software* PCXMC é um programa computacional que tem como finalidade estimar a dose nos órgãos baseando-se no Método de Monte Carlo (MC). Ele é capaz de estimar a dose para 29 órgãos diferentes de maneira fácil e prática por meio de cálculos matemáticos, desta forma não é necessário o uso de dosímetros e fantasmas físicos (TAPIOVAARA; SIISKONEN, 2008a). Apesar de ser um *software* especialmente voltado para a área da radiologia, observou-se que o mesmo ainda é desconhecido para alguns profissionais e pesquisadores da área, principalmente no Brasil.

Levando isto em consideração, a presente pesquisa busca, por meio da revisão integrativa da literatura, oferecer uma fonte de conhecimento e informação, de cunho didático, sobre o referido assunto, analisando por meio da bibliometria os estudos publicados a respeito do uso do *software* PCXMC como ferramenta para a estimativa de dose na radiologia, desde o seu lançamento até os dias atuais.

### **1.3 Objetivo Geral**

Realizar uma revisão integrativa da literatura sobre o que há relatado na literatura sobre o uso do *software* PCXMC como ferramenta para a estimativa de dose na radiologia.

### **1.4 Objetivos Específicos**

- a) elencar os artigos publicados que utilizaram em sua metodologia o *software* PCXMC;
- b) realizar uma análise bibliométrica das publicações selecionadas;
- c) identificar e classificar os artigos de acordo com seu foco de estudo.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

As seções a seguir apresentam o embasamento teórico para proporcionar uma melhor compreensão da presente pesquisa, sendo abordados temas como: especialidades da radiologia estudadas pelos artigos, grandezas da radiometria, método de Monte Carlo, o *software* PCXMC, entre outros assuntos essenciais para o delinear da pesquisa.

### 2.1 Especialidades da Radiologia

Dentre as especialidades da radiologia abordadas pelos estudos que compõem a presente revisão integrativa, destacam-se: a radiologia convencional, os diferentes tipos de tomografia computadorizada e a radiologia intervencionista.

#### 2.1.1 Radiologia convencional

O primeiro equipamento utilizado para fins de radiodiagnóstico médico foi o que hoje chamamos de equipamento de radiologia convencional, o qual fornece imagens bidimensionais das estruturas anatômicas do corpo humano. O processo para a formação da imagem, de maneira simplificada, inicia-se no interior do cabeçote do equipamento a partir da geração da radiação ionizante, na sequência o feixe de radiação gerado interage com o paciente, sendo atenuado por seus tecidos e órgãos, incidindo por fim no receptor de imagem (BONTRAGER; LAMPIGNANO, 2015).

A dose recebida pelo paciente nesse método de diagnóstico por imagem é considerada baixa quando comparada a outros métodos, visto que o paciente está sendo exposto uma única vez, em um único ângulo para a formação de uma imagem bidimensional. Segundo Jung e Atallah (2017), um exame de radiografia convencional submete o paciente a uma dose de radiação dezenas de vezes menor em comparação a um exame de tomografia computadorizada. Uma radiografia

convencional de abdômen gera em torno de 0,25mGy, enquanto um exame tomográfico da mesma área oferece uma dose de radiação 50 vezes maior para o mesmo órgão (HENNELLY et. al, 2013). Ainda que os exames de radiologia convencional ofereçam doses baixas de radiação, quando comparados a outros métodos, é de suma importância a otimização dessa dose.

### 2.1.2 Tomografia computadorizada

A Tomografia Computadorizada (TC) é um método de diagnóstico por imagem que parte do mesmo princípio do equipamento de radiologia convencional no que se refere ao uso da radiação X para a obtenção de imagem para diagnóstico. Porém, a TC consiste em um equipamento bastante distinto que é capaz de gerar imagens tridimensionais devido ao seu modo de aquisição de imagem. Além disto, a TC também possibilita reconstruções multiplanares, evidenciando as relações estruturais em profundidade, permitindo ainda a visualização de diferentes densidades anatômicas. Porém, para obter esta qualidade e quantidade de imagens, o equipamento de TC necessita utilizar uma maior dose de radiação, o que acaba resultando em preocupações relacionadas à exposição do paciente (MEDEIROS et al., 2019).

Existem dois tipos de TC, a Tomografia Computadorizada de Feixe em Leque (TCFL), amplamente utilizada pela medicina, e a Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC), prioritariamente utilizada na odontologia.

#### 2.1.2.1 Tomografia Computadorizada de Feixe em Leque

A TCFL, também conhecida como TC tradicional, é um método de radiodiagnóstico no qual a imagem produzida representa uma fatia ou corte seccional de uma determinada estrutura anatômica. Esse tipo de equipamento de TC é composto por um *gantry* que contém os sensores, colimadores, e a fonte de



raios X, por uma mesa para o posicionamento do paciente e por uma estação de trabalho.

Durante o exame, à medida em que o paciente avança em direção ao interior do *gantry* (Figura 1), o feixe de raios X em forma de leque gira em torno do mesmo permitindo a aquisição da imagem dividida em cortes seccionais. O feixe interage com a anatomia do paciente sofrendo atenuações sendo em seguida capturado pelos sensores e convertido em sinais elétricos que são enviados para a estação de trabalho, onde as múltiplas projeções serão processadas através de *softwares* específicos e de cálculos matemáticos. Após o processamento, as imagens podem ser reformatadas em qualquer um dos três planos de corte, sem nenhuma sobreposição (RODRIGUES et. al, 2010).

Figura 1 – Equipamento de TCFL



Fonte: Sesab, 2020

Tendo em vista o modo de aquisição de imagem, a TCFL acaba gerando uma maior dose ao paciente quando comparada com a radiologia convencional e a TCFC (SILVA et al., 2008).

### 2.1.2.2 Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

A TCFC é a modalidade de imagem avançada mais comumente utilizada na área da odontologia para o diagnóstico por imagem. O equipamento de TCFC (Figura 2) é bastante compacto, assemelhando-se ao equipamento de radiografia panorâmica em suas dimensões, apresentando um custo mais baixo quando comparado com a TCFL. O equipamento de TCFC possui um conjunto composto por um feixe de radiação com formato cônico e um receptor de imagens bidimensional (painel) que gira em até 360°, uma única vez, ao redor da cabeça do paciente. Durante este único giro do aparelho, são obtidas imagens bidimensionais, em diferentes ângulos, que são enviadas ao computador e reconstruídas em uma imagem tridimensional, a partir da qual é possível obter reconstruções multiplanares, panorâmicas e cefalométricas (RODRIGUES et. al, 2010).

Figura 2 – Equipamento de TCFC



Fonte: Dental Stil, 2020

Um aspecto positivo da TCFC é o fato de que os programas que executam a reconstrução da imagem podem ser instalados em computadores convencionais, não sendo necessária uma estação de trabalho dedicada como no caso da TCFL. A dose de radiação gerada também é significativamente menor

quando comparada com às doses dos exames de TCFL, porém, é maior do que a dose gerada pelas radiografias convencionais, podendo ser cerca de 40% menor que na TCFL e em torno de 3 a 7 vezes maior do que doses de radiografias panorâmicas (ABDELKARIM, 2019; SILVA et al., 2008). Dentre outros fatores, de acordo com Garib et al. (2007), existe essa diferença de dose entre as TCs, devido ao fato da TCFC adquirir a imagem radiográfica em apenas um giro de no máximo 360°, enquanto a TCFL varia a quantidade de dose e giros de acordo com a área anatômica a ser estudada e com a espessura dos cortes, realizando diversos giros ao redor do paciente para adquirir uma imagem com maiores detalhes.

### 2.1.3 Radiologia intervencionista

De acordo com Canevaro (2009), a radiologia intervencionista pode ser descrita como uma especialidade médica onde o médico especialista em intervenção e radiodiagnóstico utiliza imagens instantâneas (em tempo real) geradas por feixes de raios X, para guiar procedimentos cirúrgicos minimamente invasivos, com a finalidade de alcançar estruturas anatômicas internas sem a necessidade de realizar grandes cortes. O médico e sua equipe auxiliar permanecem dentro da sala durante todo o procedimento, ou seja, todos os profissionais envolvidos também estão expostos à radiação ionizante.

Dentro da radiologia intervencionista existem diferentes tipos de exames e procedimentos, podendo ser utilizados para tratamento ou diagnóstico, como as angiografias e os cateterismos. Segundo Ajiboye et. al (2015), as angiografias são exames para a visualização dos vasos sanguíneos, e para isso é necessária a injeção de contraste radiopaco no paciente. Segundos após a injeção, que pode ser realizada manualmente por cateter ou por um injetor automático eletromecânico, o paciente é submetido a exames de radiação, podendo ser a TC, a Fluoroscopia ou a Ressonância Magnética. A angiografia é um exame comumente utilizado para o diagnóstico, mas a intervenção, caso necessária, e dependendo do modo de aquisição da imagem, pode ser realizada no mesmo momento por meio do cateterismo, procedimento este que desobstrui os vasos.

Na maior parte dos procedimentos intervencionistas o médico fica extremamente próximo da fonte de radiação espalhada, o que, conjuntamente com o longo período de duração do procedimento, pode proporcionar altos níveis de doses na equipe profissional em atuação (BACCHIM NETO et al., 2014). Os dados relatados por *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation* (UNSCEAR) demonstraram que a exposição dos médicos à radiação ionizante em procedimentos intervencionistas foi considerada a maior fonte de exposição ocupacional em medicina no mundo (UNSCEAR, 2008). Da mesma maneira, com o longo tempo de duração de alguns procedimentos o paciente acaba ficando exposto a doses altíssimas de radiação na pele, em alguns casos chegando até mesmo a ultrapassar o limiar de dose para efeitos determinísticos (LUNELLI, 2012).

## **2.2 Grandezas da radiometria**

De acordo com Soares e Lopes (2003), para que se possa avaliar a quantidade e qualidade de radiação no meio ambiente, criaram-se grandezas e unidades de medida específicas, e as mesmas podem ser divididas em quatro grupos distintos. Entre eles se encontram as grandezas que procuram quantificar a energia da radiação: exposição, KERMA e dose absorvida.

### **2.2.1 Exposição**

A exposição, segundo Tauhata *et al.* (2014), pode ser definida de forma técnica como o resultado da divisão matemática entre  $dQ$  por  $dm$ , onde  $dQ$  representa o valor absoluto da carga total de íons de um dado sinal, produzidos no ar, quando todos os elétrons liberados pelos fótons, em uma massa  $dm$ , são completamente freados no ar. Soares (2008) relata que a exposição é uma grandeza definida somente para raios X e gama, sendo utilizada para medir a quantidade de carga elétrica produzida pela ionização no ar, por unidade de massa.

Os níveis de exposição para pacientes submetidos à radiação ionizante variam muito e têm forte influência sobre a qualidade da imagem radiográfica.

### 2.2.2 KERMA

O KERMA (*Kinetic Energy Released per Unit Mass*) no ar tem sua definição descrita como a energia cinética inicial de todas as partículas carregadas liberadas por partículas ionizantes não carregadas, como fótons e nêutrons, em uma massa definida de ar. Está diretamente relacionada com a dosimetria de pacientes, e pode ser calculado através da exposição. A aferição do KERMA no ar pode ser utilizada como uma das formas de avaliação do risco de exposição, visto que, quanto maior for o KERMA, maior será a dose no indivíduo (HOFF *et al.*, 2012).

### 2.5.3 Dose absorvida

Tauhata *et al.* (2014) explicam que um dos efeitos da interação da radiação com a matéria é a transferência de energia, sendo esta última nem sempre absorvida totalmente, devido à variedade de modos de interação e à natureza do material. Desta forma, a fração absorvida da energia transferida é correspondente à ionização dos átomos, à quebra de ligações químicas dos compostos e ao incremento da energia cinética das partículas.

Pode-se então, definir dose absorvida como a relação entre a energia depositada pela radiação na matéria e a unidade de massa do material atingido, sendo esta grandeza definida para qualquer tipo de radiação e quaisquer meios materiais (SOARES, 2008).

## 2.3 O *software* PCXMC

O *software* PC program for X-ray Monte Carlo (PCXMC) é um programa computacional que utiliza o método de Monte Carlo para calcular a dose recebida pelos pacientes, de diferentes idades e medidas, expostos a exames que utilizam os raios X. O *software* calcula a dose para 29 órgãos e tecidos, incluindo: medula óssea ativa, cérebro, mamas, intestino grosso superior e inferior, coração, rins, fígado, pulmões, nódulos linfáticos, músculos, esôfago, ovários, pâncreas, próstata, glândulas salivares, ossos, pele, intestino delgado, testículos, tireoide, bexiga e útero (TAPIOVAARA; SSKOEN, 2008).

Segundo Tapiovaara et. al (1997), o desenvolvimento do *software* ocorreu em 1997, na Finlândia, pela Autoridade em Radiação e Segurança Nuclear da Finlândia. (STUK), para seus próprios fins de pesquisa. Porém, desde seu lançamento, o PCXMC também foi disponibilizado para terceiros, sendo assim considerado hoje um *software* comercial, vendido diretamente no site da Autoridade.

### 2.3.1 Método de Monte Carlo

O Método de Monte Carlo (MC), que utiliza técnicas matemáticas baseadas na seleção de números aleatórios, teve seu nome inspirado nos cassinos de Monte Carlo, em Mônaco. A utilização desse método, como conhecemos hoje, ocorreu pela primeira vez na década de 1940, na cidade de Los Alamos, no México, pelos cientistas Fermi, Von Neumann e Ulam, os quais aplicaram o método nos problemas relacionados ao transporte de nêutrons no desenvolvimento de armas nucleares durante a Segunda Guerra Mundial (KALOS; WHITLOCK, 2008; JACOBONI; LUGLI, 2012).

De acordo com Yoriyaz (2009, p. 141), “o método de Monte Carlo (MC) pode ser descrito como um método estatístico, no qual se utiliza uma sequência de números aleatórios para a realização de uma simulação”. Jacoboni e Lugli (2012),

comentam a respeito deste método inicialmente parecer uma ferramenta matemática muito geral, e que pessoas que não possuam um conhecimento acerca desse método podem duvidar de que a geração de números aleatórios possa ser aplicada para resolver problemas matemáticos bem definidos e mais elaborados.

Salata et. al (2009), sobre o MC, relata que:

Este algoritmo é baseado no modelo de espalhamento que combina uma base numérica de dados com modelos de seção de choque para os diferentes mecanismos de interação, sendo aplicável a energias (energia cinética no caso de elétrons e pósitrons) de algumas centenas de eV a aproximadamente 1 GeV. A simulação de fótons é feita por intermédio do método convencional de forma detalhada, enquanto a de elétrons e pósitrons é feita por um processo misto (SALATA et. al, 2009, p. 150).

No radiodiagnóstico, o principal objetivo da aplicação do MC é em estudos de otimizações relacionadas à dose e qualidade da imagem.

### 2.3.2 Sobre o *software* PCXMC

A STUK, desenvolvedora do PCXMC, é a Autoridade em Radiação e Segurança Nuclear da Finlândia e detém o papel de supervisionar assuntos relacionados a radiação e a segurança nuclear do país, possuindo cerca de 340 profissionais, com o objetivo de proteger a sociedade local e o meio ambiente dos efeitos nocivos da radiação. Dando importância a isto, desenvolveu o *software* PCXMC em 1997, como uma ferramenta que possui a finalidade de estimar a dose absorvida nos órgãos e tecidos de pacientes expostos a raios X para fins de diagnóstico (FINLÂNDIA, 2020).

De acordo com Tapiovaara, Lakkisto e Servonna (1997), o surgimento do *software* veio por meio da dificuldade e tempo de espera para se obter medidas experimentais das doses de órgãos com o uso de fantasmas físicos, uma vez em que as doses não podem ser medidas diretamente nos pacientes submetidos aos exames de raios X. No entanto, essas doses podem ser estimadas através de cálculos, desde que estejam disponíveis dados suficientes sobre os parâmetros e a técnica utilizada no exame.

Inicialmente o *software* era executado em computadores que possuísem sistema operacional *Windows* 3.1, com um tempo de espera para a realização da simulação de MC variando entre um minuto a duas horas, dependendo do processador utilizado (TAPIOVAARA; LAKKISTO; SERVONNA 1997). Segundo STUK (2015a), a última versão atualizada do *software* pode ser executada em computadores que possuem o sistema operacional *Windows* 10-64 bit.

O PCXMC possui ao total 12 versões, sendo a primeira versão, de 1997, denominada de “1.2” e a versão atual de “2.0.1.4” (STUK, 2015). O *software*, atualmente conta com os seguintes programas suplementares: *PCXMC20Rotation*, *Excel applications Autocalc-sheet.xls* e *AutocalcRotation-sheet.xls*. Segundo Tapiovaara (2012), o *PCXMC20Rotation* é semelhante ao PCXMC, porém ele possui uma interface modificada com a finalidade de facilitar o cálculo de dose nos casos em que o sistema de raios X possui um ponto central de rotação, como no caso da TC, onde a radiação é direcionada ao paciente por diferentes direções através da rotação do feixe. Já os aplicativos do *Excel*, são utilizados quando o usuário necessita realizar um número significativo de simulações no modo “*batch*” (lote), ou, deseja apenas ter os resultados organizados na planilha para um processamento ou uso posterior.

De acordo com STUK (2015b), o *software* calcula a dose efetiva com os fatores de ponderação de tecidos relatados na ICRP 103 de 2007, e os antigos fatores de ponderação da ICRP 60 de 1991. Tapiovaara e Siskoen (2008), discorrem a respeito sobre o cálculo da dose efetiva não ser totalmente semelhante as especificações da ICRP 103, uma vez em que o PCXMC utiliza fantasmas hermafroditos ajustáveis por tamanho para cálculo de dose, enquanto as definições da ICRP especificam o cálculo através de fantoma masculino e feminino, com a dose equivalente obtida através da soma ponderada dos órgãos com média no sexo dos fantasmas. Os autores expõem que esse método é complicado quando aplicado a exposições parciais do corpo, como imagens de raios X, onde os parâmetros técnicos são ajustados de acordo com o tamanho do paciente. Essa dificuldade é evitada quando utilizados os fantasmas hermafroditos, que, no caso desse *software*



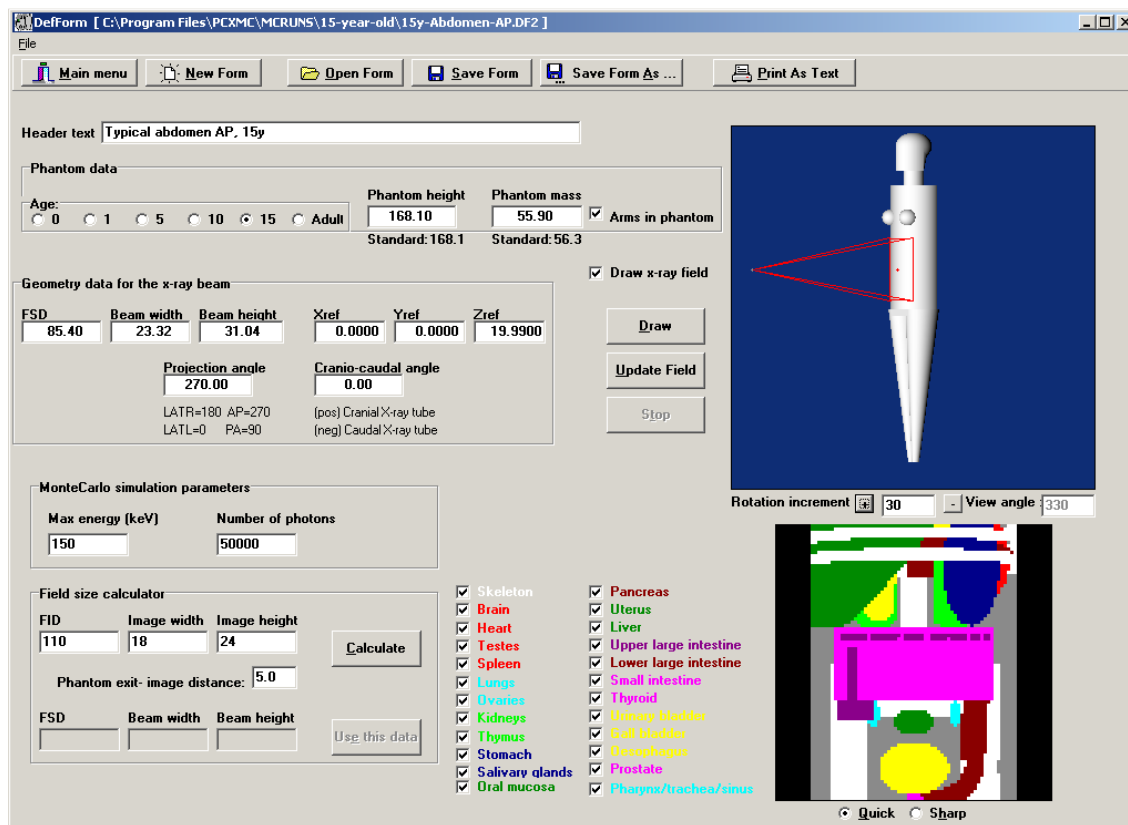
em questão, possuem seis idades distintas, sendo estas: recém-nascidos, 1, 5, 10 e 15 anos e adultos.

### 2.3.3 Utilização do PCXMC

A utilização do *software* PCXMC ocorre de maneira simples, sendo necessária apenas a introdução dos dados para cálculos, como os dados precisos do paciente e dos parâmetros técnicos da aquisição. O *software* disponibiliza tamanhos ajustáveis de pacientes adultos e pediátricos, e permite a escolha livre da técnica radiológica aplicada no exame (OLIVEIRA, 2009).

A Figura 3 apresenta a tela do *software* PCXMC para a simulação da dose no radiodiagnóstico. O usuário precisa preencher alguns dados em específico, e os mesmos precisam ser os mais fidedignos possíveis para que o resultado seja mais preciso. Os dados para especificar o paciente/fantoma são idade, altura e peso. A idade deve ser escolhida de acordo com a opção mais adequada, o *software* proporciona peso e altura padrão para cada idade, porém o usuário pode editar esses dados colocando as medidas reais do paciente examinado. Na simulação é possível remover os braços do fantoma, no caso de incidências onde os mesmos estão fora do feixe de raios X, como em incidências laterais do tórax (TAPIOVAARA; SIISKONEN, 2008b).

Figura 3 – PCXMC: página para simulação



Fonte: Tapiovaara e Siiskonen, 2008b.

Os dados relacionados aos parâmetros técnicos da realização do exame são: distância foco-pele, altura e largura do feixe, ângulo de projeção e ângulo crânio caudal, kVp para a técnica em questão, número de fótons, filtros, e a medição aferida no momento da exposição (KERMA no ar, produto dose-área, exposição de entrada, exposição área-produto ou mAs). O *software* disponibiliza uma opção para os cálculos da distância foco-pele, e altura e largura do feixe, para realizar basta inserir no programa a distância foco-receptor de imagem, o tamanho da imagem gerada, no caso o tamanho do receptor de imagem utilizado, e a distância entre a mesa/*bucky* mural e o receptor de imagem (TAPIOVAARA; SIISKONEN, 2008b). Essa opção é bastante interessante no caso de pesquisas onde não é possível realizar estas medições de feixe diretamente no paciente, tornando assim os resultados mais fidedignos com esse cálculo.

### 3 METODOLOGIA

A presente pesquisa consiste em uma revisão integrativa da literatura sobre o uso do *software* PCXMC como ferramenta para a estimativa de dose na radiologia. Desta maneira, o seu desenvolvimento ocorreu em seis etapas, descritas por Souza, Silva e Carvalho (2010) e Mendes, Silveira e Galvão (2008) como: estabelecimento do problema de pesquisa, seleção da amostragem, categorização dos estudos, análise dos estudos selecionados, interpretação dos resultados, e apresentação da revisão. Segundo Dyniewicz (2014), as pesquisas bibliográficas utilizam-se da vasta literatura já publicada para estudar, categorizar e analisar os aspectos de um tema em questão. A revisão integrativa da literatura possui a qualidade de sintetizar os resultados destas pesquisas e direcioná-las para a prática, tendo como principais objetivos: revisar teorias e evidências, identificar lacunas, possibilitar a síntese do estado do conhecimento de determinado tema (SOUZA; SILVA; CARVALHO, 2010).

Como um dos métodos de análise dos resultados da revisão, foi utilizado a análise bibliométrica, sendo esta habitualmente associada às medidas quantitativas de documentos e descrita como o estudo de aspectos quantitativos da produção, disseminação e uso de determinada informação registrada (MACIAS-CHAPULA, 1998). As análises bibliométricas atualmente possuem seu fundamento em métodos quantitativos e estatísticos, e na concepção de Pimenta et. al (2017), o advento da internet juntamente com a criação de *softwares* computacionais destinados às práticas bibliométricas fez com que essa metodologia de pesquisa atingisse gradativamente mais pesquisadores, aumentando sua qualidade e quantidade de estudos publicados. O rigor metodológico para a confecção de uma pesquisa bibliométrica, assim como para qualquer outra pesquisa científica, é extremamente importante para a qualidade do produto final. Visando isto, os autores Chueke e Amatucci (2015) descrevem que para uma metodologia de qualidade, espera-se que os pesquisadores se embasem em alguma, senão em todas, das três leis dos estudos bibliométricos (Tabela 1).

Tabela 1 – Leis dos estudos bibliométricos

Leis	Medidas	Principal objetivo
Lei de Bradford	Relevância dos periódicos	Identificar o grau de relevâncias dos periódicos em tema específico
Lei de Lotka	Produtividade dos autores	Levantar o impacto da produção de um autor em uma área de conhecimento
Lei de Zipf	Frequência de palavras-chaves	Estimar os temas mais recorrentes a uma determinada área do conhecimento

Fonte: adaptado de Chueke e Amatucci (2015)

A categorização dos estudos por meio da bibliometria, além dos periódicos, autores e palavras-chaves, também contam com uma vasta quantidade de dados, como ano da publicação, base de dados, área de atuação e titulação dos autores, local de origem do estudo, idioma, metodologia utilizada, entre outros dados complementares que enriquecem o estudo.

### 3.1 Estabelecimento do problema de pesquisa

A primeira etapa desta revisão consistiu na elaboração do problema de pesquisa, levando em consideração a revisão de literatura, apresentada no segundo capítulo deste trabalho, para seu aperfeiçoamento. Sendo então o problema de pesquisa definido como: o que há relatado na literatura sobre o uso do *software* PCXMC como ferramenta para a estimativa de dose na radiologia?

### 3.2 Amostragem

A segunda etapa refere-se à amostragem, onde, a partir da escolha dos descritores e da estratégia de busca, foi realizado o levantamento dos artigos nas

bases de dados científicas, e a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão para a definição da amostra final que compõe esta revisão integrativa.

A busca dos artigos ocorreu através das bases de dados eletrônicas *Pubmed* e *Scopus*, acessadas via internet por meio do acesso CAFE/IFSC. A escolha das bases de dados se deu pelo fato destas abrangerem pesquisas voltadas à área da saúde e por estarem incluídas entre as maiores bases de dados de publicações científicas.

O termo utilizado para compor a estratégia de busca (Quadro 1) foi o próprio nome do *software* "PCXMC", pois aferiu-se que, apesar de não ser um descritor dos DeCS (Descritores em Ciências da Saúde – BIREME) e MeSH (*Medical Subject Headings – NLM National Library of Medicine*), este seria o termo mais adequado para poder obter-se uma amostra significativa e com relevância a fim de atingir os objetivos propostos para a presente pesquisa. Durante o processo de busca, além do uso do descritor, foi também aplicado o filtro de idioma em ambas as bases de dados, selecionando apenas publicações no idioma inglês, uma vez em que o mesmo atualmente é considerado o idioma "universal" da ciência (OLIVEIRA, 2019).

Quadro 1 – Bases de dados e estratégias de buscas. Florianópolis, 2020.

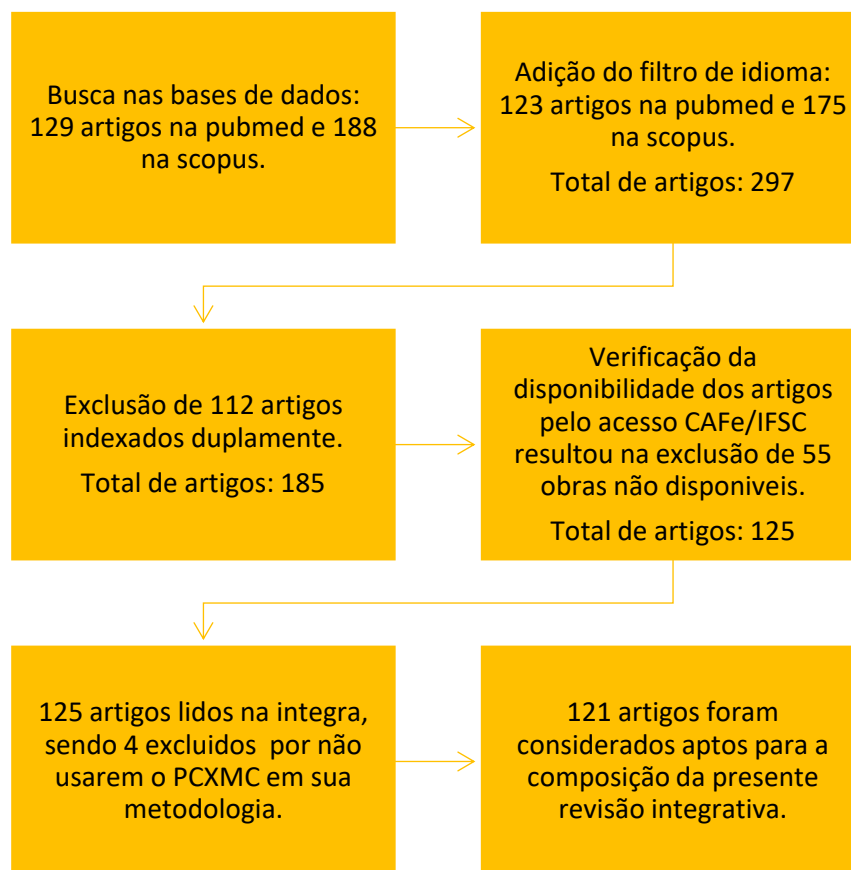
Base de dados	Estratégia de busca
<i>Pubmed</i>	Search pcxmc Filters: English
<i>Scopus</i>	TITLE-ABS-KEY ( pcxmc ) AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "Inglês" ) )

Fonte: autora (2020)

Portanto, inicialmente foram levantados apenas artigos de pesquisa originais publicados em inglês, desconsiderando a seleção dos seguintes tipos de trabalhos científicos: artigos de revisão, teses, trabalhos de conclusão de curso, dissertações, capítulos de livros, adendos, cartas e notas técnicas. Com a finalidade de refinar e delimitar a seleção dos artigos, foram aplicados os critérios de exclusão a seguir: artigos não disponíveis na íntegra pelo acesso CAFE/IFSC e que não utilizaram o *software* PCXMC em sua metodologia. A Figura 3 apresenta o

fluxograma referente ao processo de definição dos artigos incluídos na presente revisão integrativa.

Figura 4 – Fluxograma da seleção de artigos incluídos na revisão integrativa.



Fonte: autora (2020)

O processo de seleção dos artigos iniciou-se pelas buscas nas bases de dados, no dia 16 de setembro de 2020, onde encontrou-se 129 publicações na base de dados *Pubmed* e 188 publicações na base de dados *Scopus*, após a adição do filtro de idioma o número de publicações caiu para 123 e 175, respectivamente, totalizando 297 publicações. Dentre as mesmas, 112 estavam indexadas duplamente, tendo assim a respectiva duplicação excluída, resultando em um total de 185 publicações para verificação de disponibilidade pelo acesso CAFE/IFSC. Dentre os 185 artigos, 55 deles não estavam disponíveis na íntegra, e por esse motivo foram excluídos da amostra. O restante, 125 artigos foram lidos na íntegra, resultando na exclusão de 4 artigos que não utilizaram o *software* PCXMC em sua

metodologia. Desta maneira 121 artigos foram considerados aptos para compor a presente revisão integrativa.

### **3.3 Categorização dos estudos**

Após a leitura completa e minuciosa de todos os artigos, foi realizada a categorização dos estudos, definindo-se as informações importantes e mais relevantes para a identificação dos artigos incluídos na presente revisão. Para tal, foi utilizado um instrumento de coleta desenvolvido especialmente para esta finalidade (Apêndice A), e foram registradas as informações relativas aos autores, ano de publicação, descritores, objetivos, periódico, local de origem do estudo, especialidade da radiologia foco do estudo, área anatomia e/ou incidência foco do estudo, além da metodologia empregada, resultados e conclusões dos artigos de forma resumida e sintetizada. À vista disso, foi possível reunir as informações básicas sobre os artigos em um único documento, permitindo o fácil acesso, organização, visualização e manuseio dos dados, auxiliando no momento de comparação dos artigos e confecção de tabelas e gráficos para a bibliometria.

### **3.4 Análise dos estudos selecionados**

Nesta etapa, inicialmente foi realizada uma análise bibliométrica, com o objetivo de identificar os periódicos responsáveis pela maior parte de artigos publicados, a quantidade de publicações por ano, o país de origem dos estudos, os autores que mais publicaram, assim como a especialidade da radiologia mais estudada pelos autores, a população participante do estudo e as anatomias mais citadas. A metodologia e objetivos apresentados pelos autores foram analisados de forma detalhada, buscando artigos que possuíssem como foco de estudo atestar a aplicabilidade e/ou eficiência do *software* PCXMC. Questionamentos relacionados à metodologia e delineamento da pesquisa, assim como possíveis limitações causadas pelo *software* PCXMC, em todos os 121 artigos, também foram empregados.

### 3.5 Interpretação dos resultados

Como parte da interpretação dos resultados, analisou-se os artigos nos quais os estudos apresentavam o foco maior em avaliar a aplicabilidade ou testar a eficiência do *software* PCXMC, destacando nos mesmos como o *software* foi utilizado, se houve comparações com outros *softwares* semelhantes ou algum método de dosimetria, assim como o resultado dos testes e a conclusão dos autores sobre a performance do *software* PCXMC. Da mesma forma, as diferenças entre os resultados e as conclusões dos autores foram expostas e comparadas ao longo do capítulo 4.

### 3.6 Síntese do conhecimento

A presente revisão integrativa foi organizada de modo que a permitir a apresentação das informações da maneira mais didática possível, visando possibilitar ao leitor uma avaliação pessoal da pertinência do tema abordado. A análise bibliométrica, a síntese das informações dos estudos, a discussão e apresentação dos RESULTADOS estão relatadas no capítulo 4, sob a forma de dois manuscritos distintos. O Manuscrito 1, referente à bibliometria para a análise dos dados dos estudos que compõem a amostra final da revisão, e o Manuscrito 2, o qual aborda os estudos que possuíam seu foco principal de pesquisa na avaliação da aplicabilidade do *software* PCXMC:

- a) manuscrito 1: O uso do *software* PC program for X-ray Monte Carlo para a estimativa de dose na radiologia: uma análise bibliométrica;
- b) manuscrito 2: Avaliação da aplicabilidade do *software* PC program for X-ray Monte Carlo para a estimativa de dose na radiologia: uma revisão integrativa.



## 4 RESULTADOS

### MANUSCRITO 1 - O USO DO *SOFTWARE* PC PROGRAM FOR X-RAY MONTE CARLO PARA ESTIMATIVA DE DOSE NA RADIOLOGIA: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

AMARAL, Tainara Lage do<sup>1</sup>; WALTRICK, Karen Borges<sup>2</sup>

1- Discente do Curso Superior de Tecnologia em Radiologia – IFSC

2- Docente do Curso Superior de Tecnologia em Radiologia – IFSC

#### Resumo

Objetivos: elencar o que há relatado na literatura a respeito do uso do *software* PCXMC como ferramenta para a estimativa de dose na radiologia. Metodologia: trata-se de uma pesquisa com o uso da análise bibliométrica. Realizou-se uma busca nas bases de dados *online Pubmed* e *Scopus*, abrangendo desde o primeiro artigo publicado até o último (1998-2020). Após a leitura na íntegra e submissão aos critérios de inclusão e exclusão, 121 artigos foram selecionados. Resultados: o estudo bibliométrico demonstrou que dos 121 artigos: 16% foram publicados no ano de 2018, 17% eram compostos por 5 autores, 2% foram realizados no Brasil, 25% foram publicados no periódico *Radiation Protection Dosimetry*, 68% estimaram a dose efetiva e 62% realizaram seus estudos em equipamentos de raios X. Conclusões: o *software* PCXMC demonstrou estar difundido em diversos países, sendo utilizado por distintos pesquisadores em estudos voltados para diferentes áreas da radiologia.

**Descritores:** PCXMC. *Software*. Método de Monte Carlo. Doses de Radiação. Radiologia.

## INTRODUÇÃO

A radiação ionizante, quando usada de maneira errônea e sem justificativa, pode ser nociva para as células e provocar danos biológicos ao corpo humano. Devido a isso, no escopo do radiodiagnóstico, aplicam-se diversas normas e legislações que regem de maneira adequada o uso desta tecnologia (LIMA; AFONSO; PIMENTEL, 2009).

A literatura científica da área apresenta estudos que contemplam a redução da dose de radiação para os pacientes com ênfase em otimizar a dose proveniente de exames que utilizam a radiação X. Com os adventos de inovação tecnológica, a forma de realizar estes estudos modificou-se através dos anos, sendo que atualmente existem diferentes programas computacionais (*softwares*) que possuem o propósito de estimar a dose do paciente, de maneira fácil e mais rápida quando comparados com o uso de dosimetria “*in vitro*” (TAPIOVAARA; LAKKISTO; SERVOMAA, 1997; TAPIOVAARA; SIISKONEN, 2008a). Um destes programas é o *software PC Program for X-ray Monte Carlo (PCXMC)*, que se baseia no método de Monte Carlo (MC) para realizar cálculos matemáticos e estimar a dose efetiva e de órgão dos pacientes. O PCXMC é um *software* Finlandês e foi desenvolvido especialmente para a radiologia, sendo inicialmente destinado apenas para equipamentos de raios X convencionais, mas que, devido as atualizações e desenvolvimento de novos métodos de utilização, atualmente pode ser utilizado para estimar a dose de diferentes equipamentos que utilizem a radiação X para fins de diagnóstico, basta inserir os dados necessário rigorosamente (TAPIOVAARA; SIISKONEN, 2008a; TAPIOVAARA, 2012).

A bibliometria, método de análise utilizado nesta pesquisa, fundamenta-se em métodos quantitativos e estatísticos, sendo descrita como o estudo de aspectos quantitativos da produção, disseminação e uso de determinada informação registrada (MACIAS-CHAPULA, 1998).

Com o objetivo de obter um conhecimento mais aprofundado acerca das publicações científicas que abordam o uso e aplicabilidade do PCXMC para a estimativa de dose na radiologia, foi realizada uma análise bibliométrica para a categorização dos estudos referentes ao tema, sintetizando informações e destacando os dados e resultados apresentados pelos mesmos.

## METODOLOGIA

A presente pesquisa partiu da seguinte questão norteadora: o que existe relatado na literatura sobre o uso do *software* PCXMC como ferramenta para a estimativa de dose na radiologia?

Para a realização da amostragem, na definição da estratégia de busca, foi utilizado como descritor o próprio nome do *software* “PCXMC”, entendendo-se ser este o termo mais adequado para a obtenção de uma amostra significativa e com relevância. A busca dos artigos se deu nas bases de dados eletrônicas *Pubmed* e *Scopus*, tendo sido aplicado o filtro de idioma em ambas as bases, selecionando apenas publicações em inglês (Quadro 1).

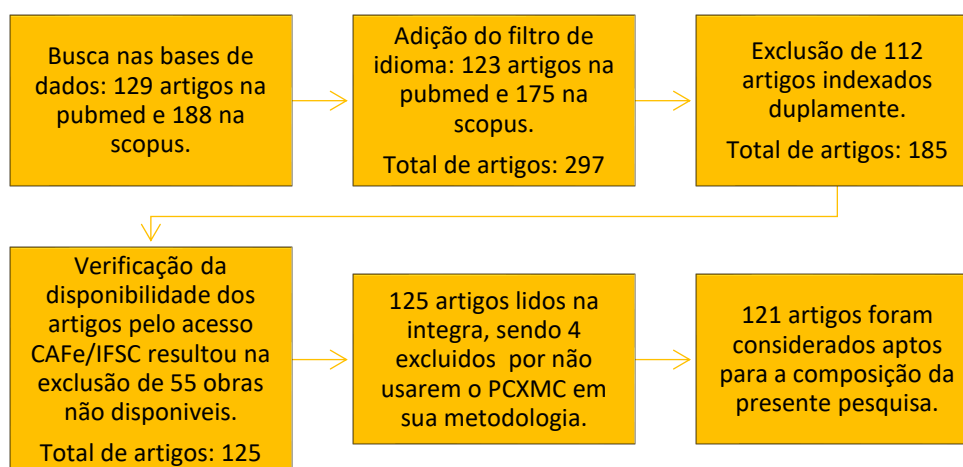
Quadro 1 – Bases de dados e estratégias de buscas. Florianópolis, 2020.

Base de dados	Estratégia de busca
<i>Pubmed</i>	Search: pcxmc Filters: English
<i>Scopus</i>	TITLE-ABS-KEY ( pcxmc ) AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "Inglês" )

Fonte: autora (2020)

O processo de seleção dos artigos iniciou-se no dia 16 de setembro de 2020. Os critérios de inclusão aplicados foram: artigos de pesquisa originais publicados em inglês e devidamente indexados nas bases de dados eletrônicas utilizadas na pesquisa. O número inicial de artigos encontrados a partir do uso do descritor “PCXMC” foi de 317. Excluindo-se os artigos indexados duplamente nas bases de dados utilizadas, os artigos não disponíveis na íntegra pelo acesso CAFE/IFSC e aqueles que não utilizaram o *software* PCXMC em sua metodologia, chegou-se ao número final de 121 artigos a serem submetidos à análise bibliométrica. (Figura 1).

Figura 1 – Fluxograma da seleção de artigos incluídos na pesquisa.



Fonte: autora (2020)

Os artigos incluídos na amostra final foram lidos de maneira completa e minuciosa, e os dados principais relacionados aos autores, periódico, ano de publicação, local de origem, objetivos, descritores, especialidade da radiologia foco do estudo, área anatômica estudada, além dos principais achados na metodologia, resultados e conclusões dos estudos foram extraídos por meio de uma ficha bibliográfica. Com os dados coletados, realizou-se a análise bibliométrica com a finalidade de categorizar e expor as informações-chave sobre o artigo, estudo e autores.

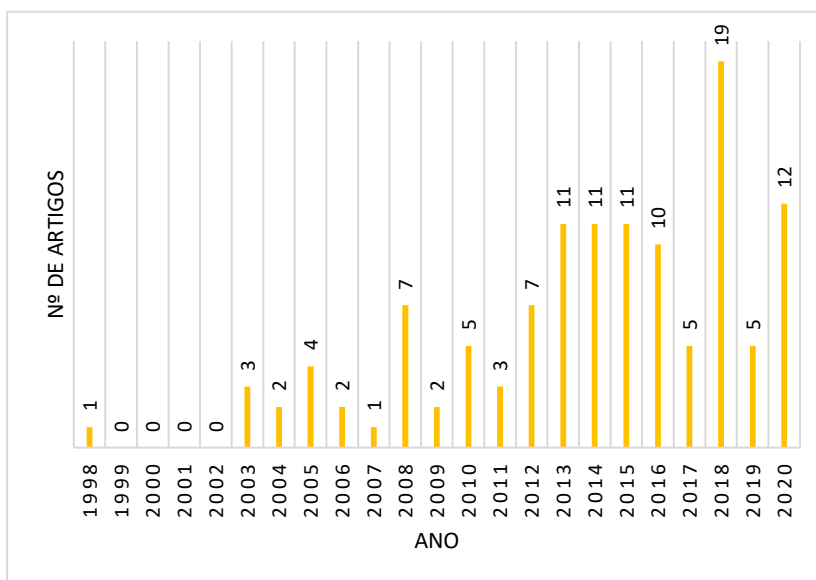
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os 121 artigos selecionados foram publicados originalmente em inglês, em 51 periódicos diferentes, no período de 1998 a 2020, e foram desenvolvidos em 41 países distintos. Os resultados serão apresentados a seguir em forma de uma análise bibliométrica, por meio da abordagem detalhada acerca da produção e autoria, e conteúdo dos referidos artigos.

## Produção e Autoria

O objetivo do estudo da produção e autoria foi identificar o número de publicações por ano, o número de autores por artigo, assim como os países de origem dos estudos e os periódicos nos quais foram publicados. A fim de mensurar o progresso da produção científica relacionada com o uso do *software* PCXMC para estimativa de dose na radiologia, confeccionou-se um histograma com o número de artigos publicados a cada ano (Figura 2).

Figura 2 – Publicação por ano



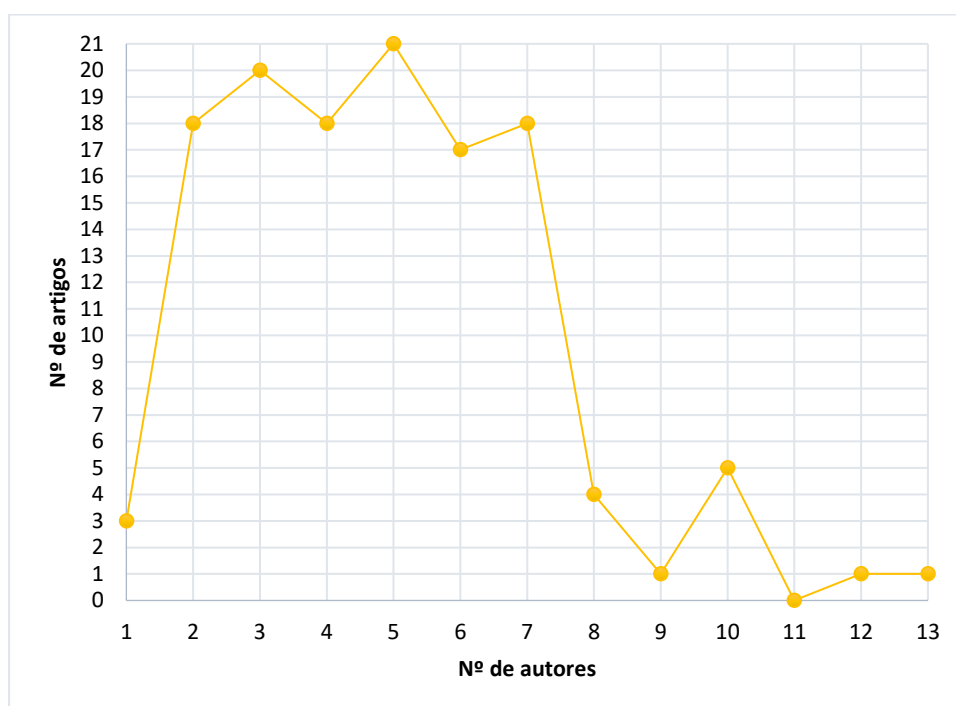
Fonte: dados da pesquisa, 2020

Constatou-se que a amostra selecionada, no período analisado, abrangeu desde o primeiro artigo publicado sobre o uso do *software* PCXMC (SERVOMAA; TAPIOVAARA, 1998), até os artigos mais atuais do ano de 2020 (ALMUQRIN et al., 2020; HAMADA et al., 2020; GORJI; NIKSIRAT, 2020; KARAMBATSAKIDOU et al., 2020; ACHUKA et al., 2020; BRAMBILLA et al. 2020; NGAILE et al., 2020; LEE et al., 2020; LAI; REIS; SUN, 2020; ZANGENEH; DEEVBAND; MOHSENZADEH, 2020; NEMATOLLAHI; HADDADI; JORAT, 2020; HARBRON et al., 2020). É perceptível uma relativa constância das publicações durante os anos de 2003 e 2020, destacando-se o ano de 2018 com 19 publicações,

seguido pelo ano de 2020 com 12 publicações. Não houveram artigos publicados nos anos de 1999 a 2002 na composição da amostra.

Na sequência, classificou-se a amostra com relação ao número de autores por artigo, verificando-se que a maior parte dos estudos são realizados por dois a sete autores, e a menor parte dos artigos analisados são realizados entre oito a treze autores, sendo apenas três artigos elaborados por autores solos (Figura 3).

Figura 3 – Número de autores por artigo

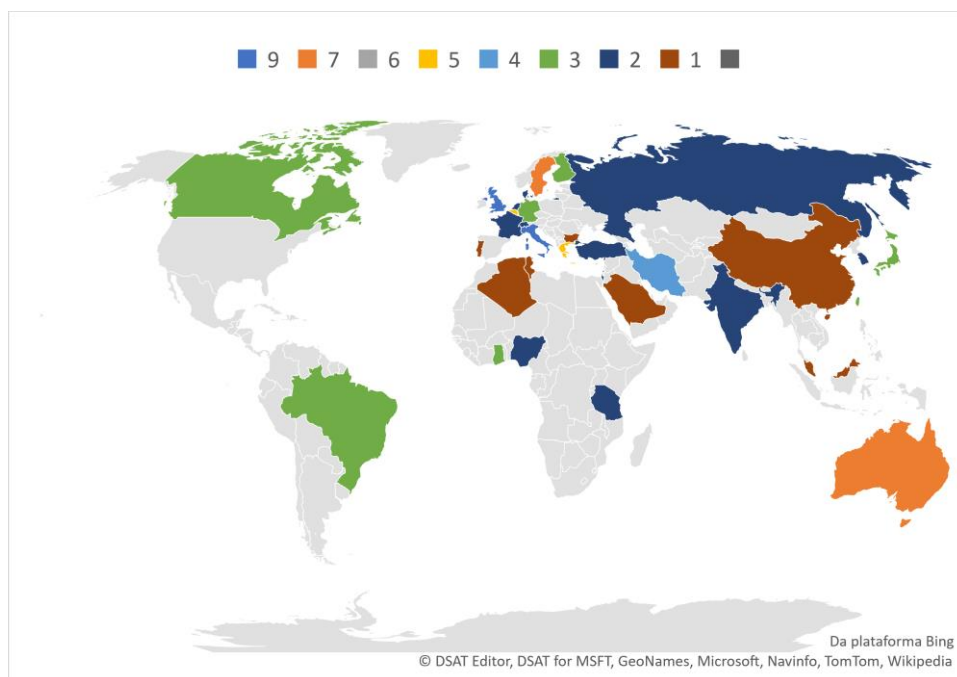


Fonte: dados da pesquisa, 2020

Destacou-se os estudos compostos por 5 autores, totalizando 21 artigos, seguido pelos estudos realizados por 3 autores, com 20 artigos na amostra, as especificações dessa parte da pesquisa podem ser visualizadas na figura 5. Não foi possível concluir quais foram os autores mais produtivos, pois os dados relativos à autoria dos artigos nas bases de dados eram inconclusivos, devido ao grande número de periódicos distintos, ao uso de abreviações e/ou nomes incompletos, impossibilitando esta análise.

Após a categorização referente à autoria, foram identificados os países com a maior produtividade científica acerca do tema da pesquisa. Optou-se por expor todos os países identificados em um mapa coroplético demonstrando a distribuição do número de artigos publicados pelos respectivos países (Figura 4). Sabe-se que o Reino Unido é composto por quatro países, apesar disso, nos artigos não houve especificação sobre qual país do Reino Unido era o local de origem do estudo, todavia optou-se por não o excluir da amostra. Desta forma, os locais mais produtivos foram Estados Unidos da América (EUA), Reino Unido e Itália, com 9 artigos publicados cada, seguidos pela Suécia e Austrália, com 7 artigos publicados cada.

Figura 4 – Número de artigos por países

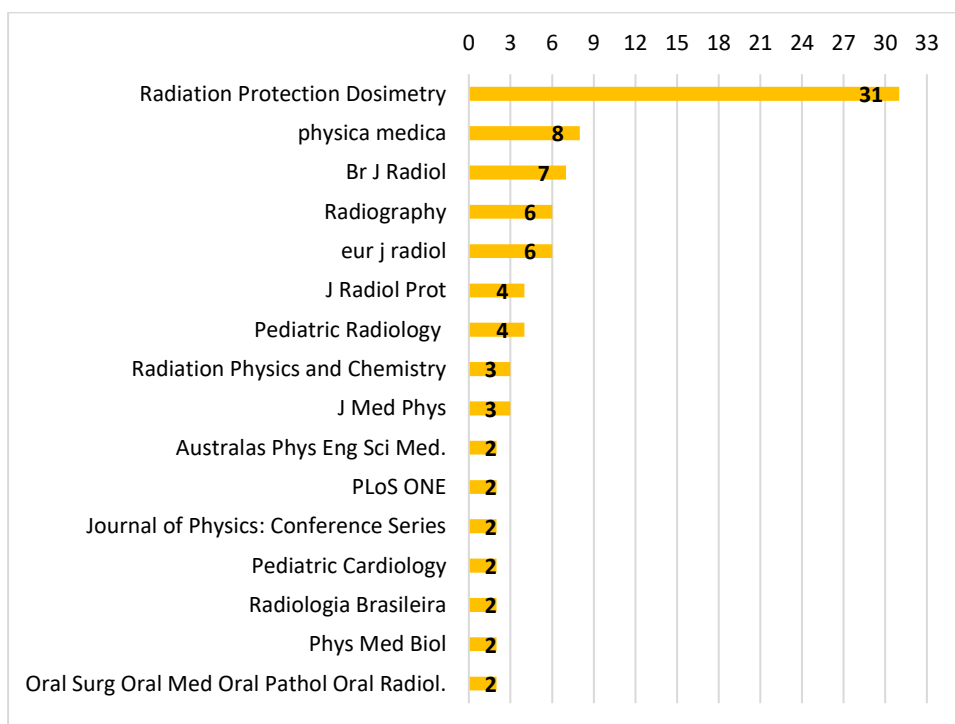


Fonte: dados da pesquisa, 2020

Por fim, o estudo da produção e autoria buscou identificar quais foram os periódicos que mais publicaram sobre o uso do *software* PCXMC na radiologia, tendo sido encontrado um total de 51 periódicos diferentes. Optou-se por exibir os mesmos por meio de um gráfico clusterizado para facilitar a visualização da distribuição da amostra (Figura 5). O periódico que mais se destacou com relação à quantidade de estudos sobre o tema foi o “*Radiation Protection Dosimetry*”, com 31 artigos publicados, em contraste com outros 35 periódicos diferentes que apresentaram o menor número, tendo cada periódico apenas um artigo publicado. (Z

Med Phys, J Biomed Phys Eng., J Vasc Interv Radiol, Urology, Am J Neuroradiol., Int Urogynecol J. J Med Imaging Radiat Sci., Radiol Med, Spine J., Arthroscopy, J Appli Clin Med Phys., Clin Imaging, Scoliosis Spinal Disord, Hong Kong Journal of Radiology, Imaging Sci Dent, Health Phys, Data Brief, Eur Radiol Exp, CardioVascular and Interventional Radiology, European Radiology, Radiation Measurements, Journal of Endourology, Journal of Experimental and Clinical Cancer Research, Europace, The Canadian journal of neurological sciences, IOP, BMC Oral Health, Journal of Clinical Densitometry, Dentomaxillofac Radiol., Journal of Biomedical Physics and Engineering, The British journal of radiology, Polish Journal of Medical Physics and Engineering, Radiological Physics and Technology, Journal of applied Clinical Medical Physics, e Radiatsionnaya Gygiena).

Figura 5 – Frequência de periódicos na amostra



Fonte: dados da pesquisa, 2020



## Estudo do conteúdo

O estudo do conteúdo procurou primeiramente identificar quais as palavras-chaves mais recorrentes nas publicações, passando para a análise dos órgãos mais estudados pelos autores com o uso do *software* PCXMC, o tempo da coleta de dados e as amostras utilizadas nos estudos.

No quadro 2 pode-se observar as palavras-chave mencionadas nos artigos, as quais perfazem um total de 148 descritores diferentes. As mais recorrentes foram “*Effective Dose*” (dose efetiva) e “*Organ dose(s)*” (dose de órgão), com frequência de ocorrência de 16 e 15 vezes, respectivamente. Um total de 113 palavras-chaves apareceram apenas uma vez. Curiosamente a palavra-chave “PCXMC”, foi mencionada em apenas 5 artigos. Ressalta-se ainda que dos 121 artigos incluídos na análise, 66 deles não apresentaram nenhuma palavra-chave.

Quadro 2 – Palavras-chave identificadas

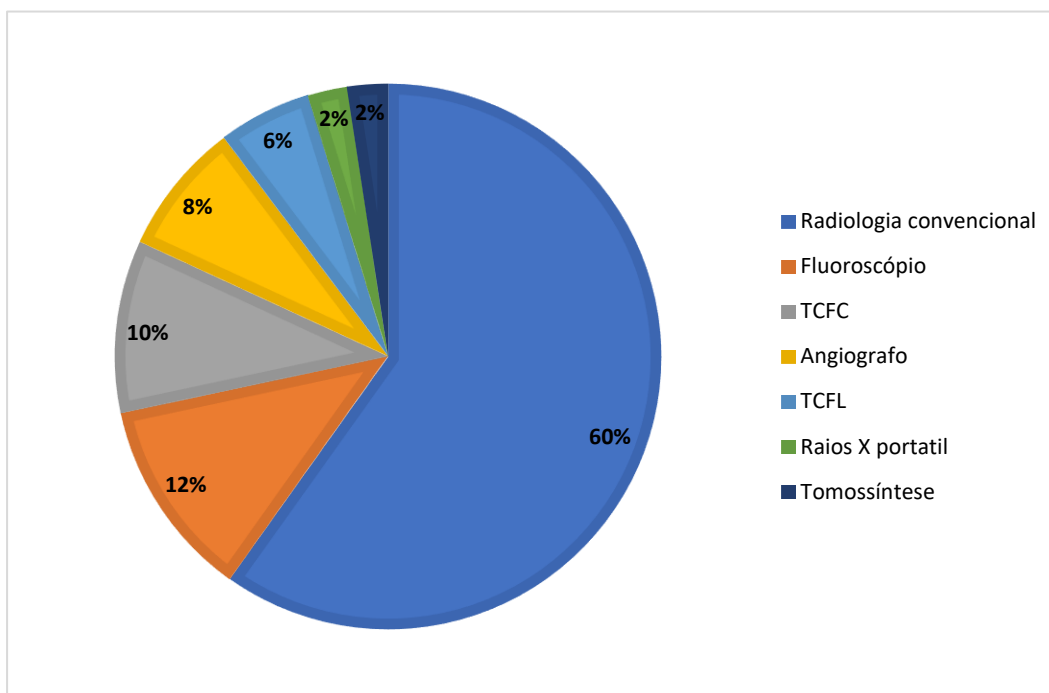
Palavras-Chaves (originais)	Número de ocorrência
Artigos que não possuem palavras-chave	66
“ <i>Effective dose</i> ”	16
“ <i>Organ dose(s)</i> ”	15
“ <i>Radiation dose</i> ”	11
“ <i>Entrance surface dose</i> ”, “ <i>dosimetry</i> ”, “ <i>PCXMC</i> ”, “ <i>Fluoroscopy</i> ”	5
“ <i>Monte Carlo simulation(s)</i> ”, “ <i>Cumulative cancer risk</i> ”, “ <i>cumulative effective dose</i> ”, “ <i>Image quality</i> ”, “ <i>Cumulative effective dose</i> ”	4
“ <i>Radiation Protection</i> ”, “ <i>Interventional radiology</i> ”, “ <i>Radiation</i> ”, “ <i>Scoliosis</i> ”	3
“ <i>Hysterosalpingography</i> ”, “ <i>patient dose</i> ”, “ <i>Conversion factors</i> ”, “ <i>Coronary angiography</i> ”, “ <i>Kerma-area product</i> ”, “ <i>Cone-beam computed tomography (CBCT)</i> ”, “ <i>Radiation dosage</i> ”, “ <i>Angiography</i> ”, “ <i>Computed radiography</i> ”, “ <i>Lumbar spine</i> ”, “ <i>Positioning</i> ”, “ <i>10kVp rule</i> ”, “ <i>AEC</i> ”, “ <i>Patient dosimetry</i> ”, “ <i>Pediatric radiology</i> ”, “ <i>Cancer</i> ”, “ <i>Monte Carlo</i> ”, “ <i>Lifetime attributable risk</i> ”	2
“ <i>Cone Beam</i> ”, “ <i>CT Dental Imaging</i> ”, “ <i>Radiation risk</i> ”, “ <i>dose management</i> ”, “ <i>Image-guided radiotherapy</i> ”, “ <i>diagnostic radiology</i> ”, “ <i>dose reference level</i> ”, “ <i>Patient Safety</i> ”, “ <i>thermoluminescence Dosimeters</i> ”, “ <i>DRLs</i> ”, “ <i>Equivalent organ dose</i> ”, “ <i>Percutaneous coronary interventions</i> ”, “ <i>DXA whole-body scan</i> ”, “ <i>Catheterization</i> ”, “ <i>Radiation dose reduction</i> ”, “ <i>Rotational angiography</i> ”, “ <i>Risk of exposure-induced death (REID)</i> ”, “ <i>Head radiography</i> ”, “ <i>Incidence cancer risk</i> ”, “ <i>Contrast fluoroscopy procedures</i> ”,	1

"Retrograde urethrography", "Barium meal", "Conversion coefficients",  
 "Angiographic projections", "Infant", "Newborn", "Risk assessment",  
 "Imaging", "Morbidly adherent placenta", "Prophylactic occlusion balloon  
 catheters", "Radiation dosimetry", "Aneurysms", "interventional  
 neuroradiology", "Congenital heart disease", "Image-guided intervention",  
 "Radiation dosing", "Dose optimisation", "DXR-1 detector", "Filtration",  
 "Optimisation", "CR", "Perceptual image quality", "PA chest X-ray", "Local  
 reference levels", "Pediatric interventional cardiology", "Gafchromic film  
 dosimetry", "Liver embolization", "MOSFET dosimetry", "Skin dose  
 measurement", "Organ dose assessment", "X-ray chest examination",  
 "Cancer risk", "Radiological protection", "Chest radiography", "Digital  
 radiography", "Flat-panel detector", "Paediatric", "Conventional  
 radiography", "Chest X-ray", "neonatal intensive care units", "Common  
 radiographs", "Risk estimation", "thyroid", "deglutition disorder",  
 "Epidemiology", "Hybrid Phantom Library", "MCNPX", "CBCT", "FOV",  
 "Patient position", "AIS", "Entrance skin dose", "Micro-dose 2D/3D slot-  
 scanning x-ray", "Thermoluminescent dosimeters", "Cancer incidence",  
 "Cancer mortality", "DR", "Whole spine radiography", "EOS microdose  
 protocol", "Full spine imaging for scoliosis follow-up", "Adolescent scoliosis",  
 "EOS full spine imaging", "CT-scanner", "EOS imaging system", "OSLD  
 NanoDot", "Patient thickness", "Radiation quality", "Thorax X-ray  
 examination", "Body mass index", "Paediatric radiography", "Full spine  
 scoliosis radiography", "Projection", "Spine", "Entrance surface dose  
 (ESD)", "Lifetime attributable risk (LAR)", "Air gap", "dose optimization",  
 "bitewings", "oblique lateral radiographs", "Conventional X-ray", "CTDI",  
 "HRCT", "High-resolution CT", "computed tomographic dose index", "dose  
 length product", "fan beam filter", "radiation dose and risk estimates",  
 "Apoptosis", "Bax", "Bcl-2", "Enzyme-Linked Immunosorbent Assay", "Flow  
 cytometry", "Vitamin C"

Fonte: dados da pesquisa, 2020

Com relação ao conteúdo apresentado pelos estudos, um dos detalhes  
 mais relevantes se refere à especialidade da radiologia na qual foi utilizado o  
 software PCXMC. Para melhor apresentar os dados relativos a este tema, foi  
 realizada a identificação dos diferentes equipamentos radiológicos referidos em  
 cada estudo, sendo a mesma apresentada a seguir (Figura 6).

Figura 6 – Equipamentos utilizados e/ou simulados nos estudos



Fonte: dados da pesquisa, 2020

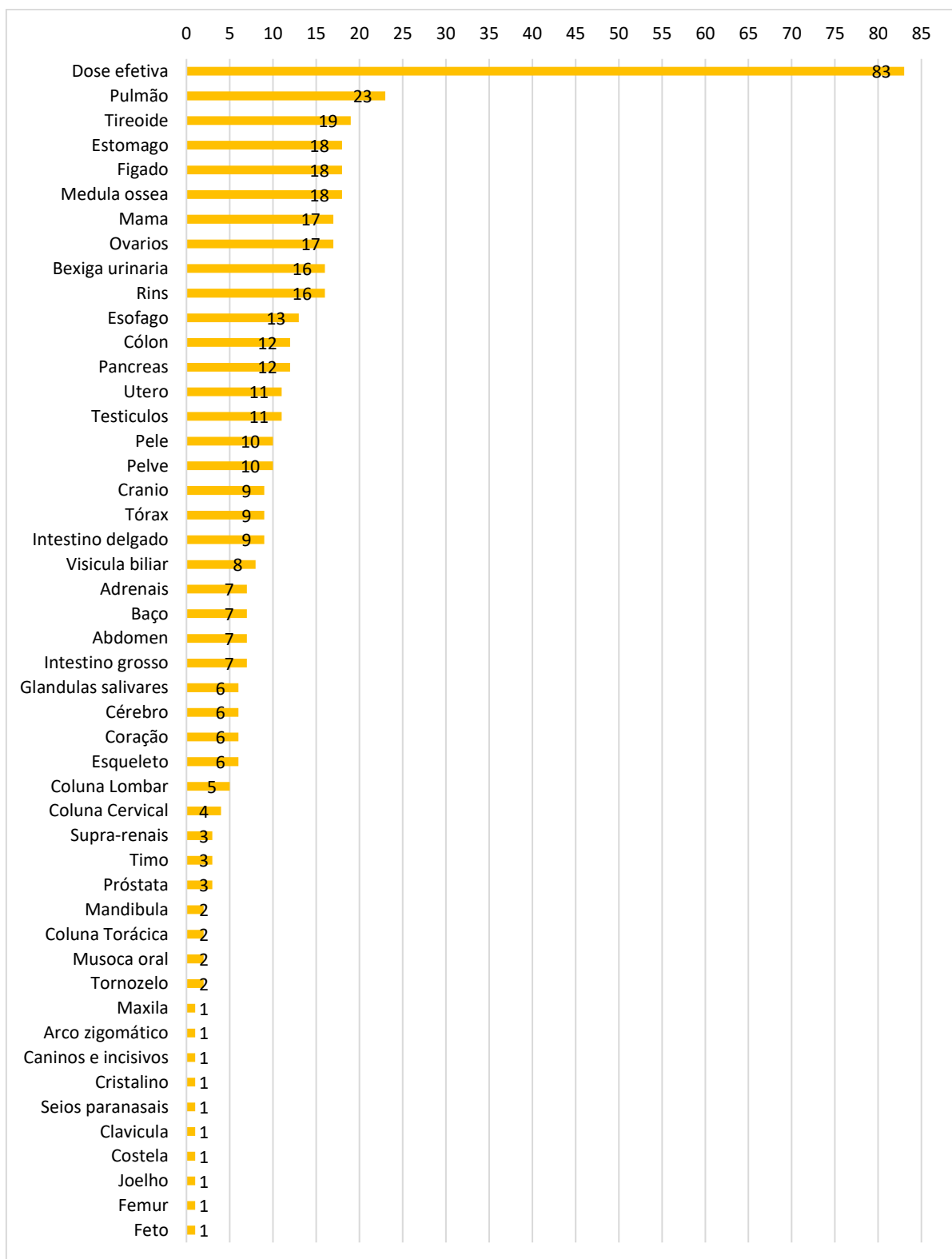
A radiologia convencional foi a especialidade que obteve a maior porcentagem (60%) de participação nos artigos analisados, sendo a especialidade que mais apresentou o estudo de dose de radiação por meio do *software* PCXMC, estando presente em um total de 76 artigos. As demais especialidades: fluoroscopia, TCFC, angiografia, TCFL, Raio X portáteis e tomossíntese, apareceram em 15, 13, 10, 7, 3 e 3 artigos, respectivamente. Esse resultado já era esperado devido ao fato de o *software* ter sido inicialmente programado para uso na radiologia convencional, e que, somente a partir de 2012, recebeu atualização com programas suplementares os quais permitiam simular “rotação”, possibilitando então a sua aplicação em outras especialidades.

Averiguou-se também o tempo da coleta de dados de cada estudo demonstrando que em alguns deles os autores coletaram dados por cerca de 8 anos, enquanto outros autores realizaram a coleta de dados no período de apenas 1 mês. Mesmo considerando que o tempo de coleta de dados não interfere na qualidade do estudo, convém ressaltar que a coleta pode ocorrer em espaços de tempos distintos para artigos que apresentam o mesmo propósito de estimar a dose do paciente. Verificou-se que 85 artigos não informaram o tempo de coleta de dados, 9 artigos coletaram dados durante 1 ano e 7 artigos coletaram durante 2

anos. O restante dos artigos, 20 ao total, foram realizados com coletas de dados que variaram de 1 mês até 8 anos.

Como o intuito do *software* PCXMC é a estimativa da dose dos órgãos, coletou-se dos artigos os dados referentes aos órgãos que tiveram suas doses estimadas. Alguns autores não definiram órgãos em específico, citando apenas a parte anatômica, como pelve ou tórax, porém a maior parte dos autores citou em detalhes todos os órgãos e ossos estudados, estes dados podem ser visualizados através do gráfico da figura 8. Os resultados mostraram que a dose efetiva foi calculada na grande maioria dos estudos (83 artigos). As doses de pulmão e tireoide foram as doses de órgãos mais calculadas (em 23 e 19 artigos respectivamente), seguidas pelas doses no estômago, fígado e medula óssea, com cada uma destas tendo sido calculada em 18 artigos. É importante citar que a grande maioria dos artigos estimaram as doses para mais de um órgão, fato o qual esclarece o motivo de existirem ao total 447 doses de órgãos e efetiva estimadas. A dose de feto está relacionada ao artigo de Semeraro et al. (2015), que estimou a dose de radiação absorvida pelo feto durante a colocação de um cateter balão de oclusão profilático antes da cirurgia para placenta com aderência mórbida.

Figura 8 – Anatomias mais estudados nos artigos



Fonte: dados da pesquisa, 2020

Ao analisar os dados referente à amostra dos estudos, foi observado a utilização de fantasmas adultos e pediátricos, pacientes reais adultos e pediátricos, assim como pacientes reais com a idade não informada. Também houve a ocorrência de artigos que não classificaram suas amostras, como exposto no quadro 3.

Quadro 3 – Somatório das amostras dos estudos

Tipo da amostra	Nº da amostra
Fantoma adulto	33
Fantoma pediátrico	2
Pacientes adultos	10.905
Pacientes infantis	3.707
Pacientes neonatal	390
Pacientes com idade não informada	115.358
Artigos que não informavam a amostra	11

Fonte: dados da pesquisa, 2020

O alto número de pacientes com idade não informada é derivado de dois artigos: Zenone et al. (2012), que avaliou a frequência de procedimentos e a dose efetiva da maioria dos exames radiológicos convencionais de um hospital da Itália durante 7 anos, tendo como amostra 100 mil pacientes, e o artigo de Zangeneh, Deevband e Mohsenzadeh (2020), que avaliou as doses eficazes de 15.358 pacientes em diferentes hospitais do Irã, totalizando 647 equipamentos de radiologia convencional utilizados. Além das amostras citadas no quadro 2, houveram 16 artigos que simularam seus pacientes no próprio *software* PCXMC, utilizando a média de idade disponibilizada pelo mesmo. Do total de amostras, excluindo os fantasmas, 8.610 pacientes eram do sexo feminino, 8.996 pacientes eram do sexo masculino, e cerca de 112.754 pacientes não tiveram seu sexo informado.

## CONCLUSÃO

Por meio da análise bibliométrica realizada foi possível averiguar a evolução do uso do *software* PCXMC desde o seu lançamento, em 1997, até o momento. Constatou-se que esta ferramenta tem sido utilizada na realização de simulações e estimativas de dose em estudos conduzidos por diversos pesquisadores, contemplando outras especialidades além da radiologia

convencional. Verificou-se também que o maior número de artigos publicados se concentra em um número reduzido de periódicos, sendo os estudos oriundos de diferentes países, estando distribuídos por todos os continentes. Por fim, a análise evidenciou ainda o aumento importante no número de artigos publicados sobre o *software* PCXMC, especialmente na última década.

## Referencias

ABDENNEBI, A. et al. Comparative dose levels between CT-scanner and slot-scanning device (EOS system) in pregnant women pelvimetry. **Physica Medica**, [S.L.], v. 33, p. 77-86, jan. 2017. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1120179716311073?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

ABDI, Ahmed Jibril et al. COMPARISON OF RADIATION EXPOSURE TO THE PATIENT AND CONTRAST DETAIL RESOLUTIONS ACROSS LOW DOSE 2D/3D SLOT SCANNER AND TWO CONVENTIONAL DIGITAL RADIOGRAPHY X-RAY IMAGING SYSTEMS. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 185, n. 2, p. 252-265, 27 fev. 2019. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/185/2/252/5365750>. Acesso em: 28 nov. 2020.

ACHUKA, J. A.; AWEDA, M. A.; USIKALU, M. R. Cancer risks from head radiography procedures. **Iop Conference Series: Earth and Environmental Science**, [S.L.], v. 173, p. 1-8, jul. 2018. Disponível em: <https://iopscience-iop.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1088/1755-1315/173/1/012038/pdf>. Acesso em: 28 nov. 2020.

ACHUKA, J. A. et al. Assessment of Patient Absorbed Radiation Dose during Hysterosalpingography: a pilot study in southwest nigeria. **Journal Of Biomedical Physics And Engineering**, Osun State, p. 131-140, 31 jul. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.31661/jbpe.v0i0.1054>. Acesso em: 27 nov. 2020.

ALMUQRIN, Aljawhara H. et al. Organ dose and radiogenic risk in dental cone-beam computed tomography examinations. **Radiation Physics And Chemistry**, [S.L.], v. 176, p. 1-5, nov. 2020. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0969806X19309909?via%3Dihub>. Acesso em: 27 nov. 2020.

ALVARADO, Rosemerie et al. An investigation of image guidance dose for breast radiotherapy. **J Appl Clin Med Phys.**, [S.L.], p. 25-38, maio 2013. Disponível em: <https://www.ncbi-nlm-nih.ez130.periodicos.capes.gov.br/pmc/articles/PMC5714412/>. Acesso em: 01 dez. 2020.

ALZYOUD, K. et al. Impact of body part thickness on AP pelvis radiographic image quality and effective dose. **Radiography**, [S.L.], v. 25, n. 1, p. 11-17, fev. 2019. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1078817418301949?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

APS, J. K. M.; SCOTT, J. M. Oblique lateral radiographs and bitewings; estimation of organ doses in head and neck region with Monte Carlo calculations. **Dentomaxillofacial Radiology**, [S.L.], v. 43, n. 6, p. 1-7, set. 2014. Disponível em: <https://www.ncbi-nlm-nih.ez130.periodicos.capes.gov.br/pmc/articles/PMC4141675/>. Acesso em: 28 nov. 2020.

ALQAHTANI, Saeed J M et al. Increased radiation dose and projected radiation-related lifetime cancer risk in patients with obesity due to projection radiography. **Journal Of Radiological**

**Protection**, [S.L.], v. 39, n. 1, p. 38-53, 20 dez. 2018. Disponível em:

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6498/aaf1dd>. Acesso em: 28 nov. 2020.

ARBIQUE, Gary M. et al. Radiation exposure during standing voiding cystourethrography in women. **Urology**, [S.L.], v. 67, n. 2, p. 269-274, fev. 2006. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0090429505012100?via%3Dihub>. Acesso em: 01 dez. 2020.

ASTROZA, Gaston M. et al. Radiation Exposure in the Follow-Up of Patients with Urolithiasis Comparing Digital Tomosynthesis, Non-Contrast CT, Standard KUB, and IVU. **Journal Of Endourology**, [S.L.], v. 27, n. 10, p. 1187-1191, out. 2013. Disponível em: <https://www-liebertpub-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1089/end.2013.0255>. Acesso em: 28 nov. 2020.

BALDELLI, P. et al. Dose comparison between conventional and quasi-monochromatic systems for diagnostic radiology. **Physics In Medicine And Biology**, [S.L.], v. 49, n. 17, p. 4135-4146, 20 ago. 2004. Disponível em: <https://iopscience-iop.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1088/0031-9155/49/17/021>. Acesso em: 01 dez. 2020.

BARNAOUI, S. et al. Local Reference Levels and Organ Doses From Pediatric Cardiac Interventional Procedures. **Pediatric Cardiology**, [S.L.], v. 35, n. 6, p. 1037-1045, 21 mar. 2014. Disponível em: <https://link-springer-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s00246-014-0895-5>. Acesso em: 28 nov. 2020.

BÅTH, Magnus *et al.* Effective dose to patients from chest examinations with tomosynthesis. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], p. 153-158, abr. 2010. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/139/1-3/153/1602719>. Acesso em: 01 dez. 2020.

BEN-SHLOMO, Avi et al. Effective dose reduction in spine radiographic imaging by choosing the less radiation-sensitive side of the body. **The Spine Journal**, [S.L.], v. 16, n. 4, p. 558-563, abr. 2016. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1529943015017957?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

BERNER, K. et al. Dose optimisation of double-contrast barium enema examinations. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 139, n. 1-3, p. 388-392, 15 mar. 2010. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/139/1-3/388/1602750>. Acesso em: 01 dez. 2020

BOGAERT, E.; BACHER, K.; THIERENS, H. A large-scale multicentre study in Belgium of dose area product values and effective doses in interventional cardiology using contemporary X-ray equipment. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 128, n. 3, p. 312-323, 12 jul. 2007. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/128/3/312/1599746>. Acesso em: 01 dez. 2020.

BOGAERT, E.; BACHER, K.; THIERENS, H. Interventional cardiovascular procedures in Belgium: effective dose and conversion factors. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 129, n. 1-3, p. 77-82, 18 fev. 2008. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/129/1-3/77/1638758>. Acesso em: 01 dez. 2020.

BONILHA, Heather Shaw et al. Estimating Thyroid Doses From Modified Barium Swallow Studies. **Health Physics**, [S.L.], v. 115, n. 3, p. 360-368, set. 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6634296/>. Acesso em: 28 nov. 2020.

BORREGO, David et al. Assessment of PCXMC for patients with different body size in chest and abdominal x ray examinations: a monte carlo simulation study. **Physics In Medicine & Biology**, [S.L.], v. 63, n. 6, p. 1-26, 21 mar. 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6376487/>. Acesso em: 28 nov. 2020.



BRAMBILLA, M. et al. Conversion factors for effective dose and organ doses with the air kerma area product in patients undergoing percutaneous transhepatic biliary drainage and trans arterial chemoembolization. **Physica Medica**, Novara, v. 72, p. 7-15, abr. 2020. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1120179720300570?via%3Dihub>. Acesso em: 27 nov. 2020.

BUYTAERT, Dimitri; VANDEKERCKHOVE, Kristof; PANZER, Joseph; RUBBENS, Lukas; WOLF, Daniël de; BACHER, Klaus. Local DRLs and automated risk estimation in paediatric interventional cardiology. **Plos One**, Ghent, v. 14, n. 7, p. 1-16, 31 jul. 2019. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0220359>. Acesso em: 27 nov. 2020.

CHAN, Charles T.P.; FUNG, Karl K.L. Dose Optimization in Lumbar Spine Radiographic Examination by Air Gap Method at CR and DR Systems: a phantom study. **Journal Of Medical Imaging And Radiation Sciences**, [S.L.], v. 46, n. 1, p. 65-77, mar. 2015. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1939865414002173?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

CORNETTO, Andrea Peruzzo et al. Interventional Radiology at a Single Institution over 9 Years: a comprehensive evaluation of procedures and an estimation of collective effective dose. **Journal Of Vascular And Interventional Radiology**, [S.L.], v. 23, n. 12, p. 1665-1675, dez. 2012. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1051044312009074?via%3Dihub>. Acesso em: 01 dez. 2020.

D'ALESSIO, Daniela *et al.* Dose evaluation for skin and organ in hepatocellular carcinoma during angiographic procedure. **Journal Of Experimental & Clinical Cancer Research**, [S.L.], v. 32, n. 1, p. 1-12, 25 out. 2013. Disponível em: <https://jeccr.biomedcentral.com.ez130.periodicos.capes.gov.br/articles/10.1186/1756-9966-32-81>. Acesso em: 28 nov. 2020.

DATZ, H. et al. The additional dose to radiosensitive organs caused by using under-collimated X-ray beams in neonatal intensive care radiography. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 130, n. 4, p. 518-524, 28 mar. 2008. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/130/4/518/1620826>. Acesso em: 01 dez. 2020

DAUER, Lawrence T. et al. Organ and effective dose estimates for patients undergoing hepatic arterial embolization for treatment of liver malignancy. **Medical Physics**, [S.L.], v. 38, n. 2, p. 736-742, 13 jan. 2011. Disponível em: <https://aapm-onlinelibrary-wiley.ez130.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1118/1.3533685>. Acesso em: 01 dez. 2020.

DAVEY, Enda; ENGLAND, Andrew. AP versus PA positioning in lumbar spine computed radiography: image quality and individual organ doses. **Radiography**, [S.L.], v. 21, n. 2, p. 188-196, maio 2015. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1078817414001497?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

DRAGUSIN, O. et al. Radiation dose survey in a paediatric cardiac catheterisation laboratory equipped with flat-panel detectors. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 129, n. 1-3, p. 91-95, 18 fev. 2008. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/129/1-3/91/1639409>. Acesso em: 01 dez. 2020.

EKPO, Ernest U.; HOBAN, Alishja C.; MCENTEE, Mark F. Optimisation of direct digital chest radiography using Cu filtration. **Radiography**, [S.L.], v. 20, n. 4, p. 346-350, nov. 2014. Disponível em: <https://www->

sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1078817414001011?via%3Dihub. Acesso em: 28 nov. 2020.

ELBAKRI, I. A. Estimation of dose-area product-to-effective dose conversion factors for neonatal radiography using PCXMC. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 158, n. 1, p. 43-50, 28 jul. 2013. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/158/1/43/1618600>. Acesso em: 28 nov. 2020.

GEIJER, Håkan; PERSLIDEN, Jan. Varied tube potential with constant effective dose at lumbar spine radiography using a flat-panel digital detector. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 114, n. 1-3, p. 240-245, 17 maio 2005. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/114/1-3/240/1595604>. Acesso em: 28 nov. 2020.

GIARENIS, Ilias et al. Radiation exposure during videourodynamics in women. **International Urogynecology Journal**, Londres, v. 24, n. 9, p. 1547-1551, 22 fev. 2013. Disponível em: <https://link-springer-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s00192-013-2062-6>. Acesso em: 01 dez. 2020.

GOLIKOV, V. et al. COMPARATIVE STUDY OF ORGAN DOSES ASSESSMENT FOR PATIENTS UNDERGOING CONVENTIONAL X-RAY EXAMINATIONS: phantom experiments vs. calculations. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 178, n. 2, p. 223-234, 10 ago. 2017. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/178/2/223/4080171>. Acesso em: 28 nov. 2020.

GREEN, Christopher et al. Lumbar spine radiographs — is it time for widespread adoption of posteroanterior projection? **The British Journal Of Radiology**, [S.L.], v. 92, n. 1103, p. 1-6, nov. 2019. Disponível em: [https://www-birpublications.ez130.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1259/bjr.20190386?url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr\\_dat=cr\\_pub++0pubmed](https://www-birpublications.ez130.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1259/bjr.20190386?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr_dat=cr_pub++0pubmed). Acesso em: 28 nov. 2020.

GREWAL, Rk et al. Digital chest radiography image quality assessment with dose reduction. **Australas Phys Eng Sci Med**, [S.L.], p. 71-80, fev. 2012. Disponível em: <https://link-springer-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s13246-012-0125-5>. Acesso em: 01 dez. 2020.

GYEKYE, Princek et al. Cancer incidence risks to patients due to hysterosalpingography. **Journal Of Medical Physics**, [S.L.], v. 37, n. 2, p. 112-116, 2012. Disponível em: <https://www-ncbi-nlm-nih.ez130.periodicos.capes.gov.br/pmc/articles/PMC3339143/>. Acesso em: 01 dez. 2020.

GYEKYE, P. K. et al. Patient dose assessment due to fluoroscopic exposure for some selected fluoroscopic procedures in Ghana. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 136, n. 3, p. 203-208, 1 set. 2009. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/136/3/203/1598986>. Acesso em: 28 nov. 2020.

GYEKYE, Princek K. et al. Radiation dose estimation of patients undergoing lumbar spine radiography. **Journal Of Medical Physics**, [S.L.], v. 38, n. 4, p. 185-188, 2013. Disponível em: <https://www-ncbi-nlm-nih.ez130.periodicos.capes.gov.br/pmc/articles/PMC3958998/>. Acesso em: 28 nov. 2020.

HAMADA, Keisuke et al. Examination of a dose evaluation method for floor-mounted kV X-ray image-guided radiation therapy systems. **Radiological Physics And Technology**, Fukuoka, v. 13, n. 3, p. 288-295, 8 jun. 2020. Disponível em: <https://link-springer-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s12194-020-00570-7>. Acesso em: 27 nov. 2020.

HAMPEL, Jodie Rebecca; PASCOAL, Ana. Comparison and optimization of imaging techniques in suspected physical abuse paediatric radiography. **The British Journal Of Radiology**, [S.L.], p. 1-9,

18 jan. 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5965489/>. Acesso em: 28 nov. 2020.

HANSEN, Jolanta et al. Optimisation of scoliosis examinations in children. **Pediatric Radiology**, [S.L.], v. 33, n. 11, p. 752-765, 1 nov. 2003. Disponível em: <https://link-springer-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007%2Fs00247-003-1015-5>. Acesso em: 28 nov. 2020.

HARBRON, Richard W. et al. Patient radiation dose from x-ray guided endovascular aneurysm repair: a monte carlo approach using voxel phantoms and detailed exposure information. **Journal Of Radiological Protection**, [S.L.], v. 40, n. 3, p. 704-726, 30 jul. 2020. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1361-6498/ab944e>. Disponível em: <https://iopscience-iop.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1088/1361-6498/ab944e>. Acesso em: 01 dez. 2020.

HARMER, Hollie; RADFORD, Sally; SMAIL, Mary. FEASIBILITY STUDY OF USING PCXMC 2.0 TO ESTIMATE PATIENT DOSE ARISING FROM DEXA SCANS. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 181, n. 4, p. 418-422, 16 mar. 2018. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/181/4/418/4939229>. Acesso em: 28 nov. 2020.

HE, W. et al. Patient doses and projection angle in cone beam CT. **Med Phys**, [s. l.], v. 37, n. 5, p. 2359-2368, abr. 2010. Disponível em: <https://aapm-onlinelibrary-wiley.ez130.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1118/1.3397458>. Acesso em: 01 dez. 2020.

HE, W. et al. X-ray tube current modulation and patient doses in chest CT. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 143, n. 1, p. 81-87, 9 nov. 2010. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/143/1/81/1686235>. Acesso em: 01 dez. 2020.

HUI, Steve C. N. et al. Radiation dose of digital radiography (DR) versus micro-dose x-ray (EOS) on patients with adolescent idiopathic scoliosis: 2016 sosort- irssd .:john sevasitic award:: winner in imaging research. **Scoliosis And Spinal Disorders**, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 1-8, dez. 2016. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5198497/>. Acesso em: 28 nov. 2020.

HWANG, Yi-Shuan et al. Radiation dose for pediatric scoliosis patients undergoing whole spine radiography: effect of the radiographic length in an auto-stitching digital radiography system. **European Journal Of Radiology**, [S.L.], v. 108, p. 99-106, nov. 2018. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0720048X1830319X?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

JONES A. et al. Optimization of image quality and patient dose in radiographs of paediatric extremities using direct digital radiography. **The British Journal Of Radiology**, [S.L.], v. 88, n. 1050, p. 1-10, jun. 2015. Disponível em: <https://www-ncbi-nlm-nih.ez130.periodicos.capes.gov.br/pmc/articles/PMC4628445/>. Acesso em: 28 nov. 2020.

KARAMBATSAKIDOU, Angeliki et al. Age-specific and gender-specific radiation risks in paediatric angiography and interventional cardiology: conversion coefficients and risk reference values. **The British Journal Of Radiology**, Estocolmo, v. 93, n. 1110, p. 1-12, jun. 2020. Disponível em: <https://www-birpublications.ez130.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1259/bjr.20190869>. Acesso em: 27 nov. 2020.

KARIM, M K; RAHIM, N; MUSTAFA, S N; SABARUDIN; IBAHIM, M J. Assessment of radiation effective dose from lung cancer screening pilot project in Institut Kanser Negara: a preliminary finding. **Journal Of Physics: Conference Series**, [S.L.], p. 1-6, jun. 2019. Disponível em: <https://iopscience-iop.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1088/1742-6596/1248/1/012012/pdf>. Acesso em: 27 nov. 2020.

KAWASAKI, T. et al. Organ dose and effective dose estimation in paediatric chest radiographic examinations by using pin silicon photodiode dosimeters. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.],

v. 154, n. 3, p. 314-319, 26 set. 2012. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/154/3/314/1597286>. Acesso em: 01 dez. 2020.

KAWASAKI, Toshio et al. ESTIMATION OF ORGAN DOSES AND EFFECTIVE DOSES BASED ON IN-PHANTOM DOSIMETRY FOR PAEDIATRIC DIAGNOSTIC CARDIAC CATHETERISATION. **Radiation Protection Dosimetry**, Yokohama, v. 185, n. 2, p. 215-221, 9 jan. 2019. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/185/2/215/5281156>. Acesso em: 27 nov. 2020.

KELARANTA, A.; TOROI, P.; VOCK, P. Incident air kerma to absorbed organ dose conversion factors for breast and lung in PA thorax radiography: the effect of patient thickness and radiation quality. **Physica Medica**, [S.L.], v. 32, n. 12, p. 1594-1601, dez. 2016. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1120179716310973?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

KEUM, Mihyun et al. Evaluation of effective dose conversion coefficients for Korean adults during medical x-ray examinations up to 150 keV through comparison with ICRP Publication 74 and ICRP Publication 116. **Journal Of Radiological Protection**, [S.L.], v. 34, n. 1, p. 191-199, 17 jan. 2014. Disponível em: <https://iopscience-iop.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1088/0952-4746/34/1/191>. Acesso em: 28 nov. 2020.

KHELASSI-TOUTAOUI, N. et al. Experimental evaluation of PCXMC and prepare codes used in conventional radiology. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 131, n. 3, p. 374-378, 10 jun. 2008. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/131/3/374/1606837>. Acesso em: 01 dez. 2020.

KIM, Eun-Kyung et al. Estimation of the effective dose of dental cone-beam computed tomography using personal computer-based Monte Carlo software. **Imaging Science In Dentistry**, [S.L.], v. 48, n. 1, p. 21-30, 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5863016/>. Acesso em: 28 nov. 2020.

KOIVISTO, J. et al. Assessment of radiation exposure in dental cone-beam computerized tomography with the use of metal-oxide semiconductor field-effect transistor (MOSFET) dosimeters and Monte Carlo simulations. **Oral And Maxillofacial Radiology**, [S.L.], p. 392-400, set. 12. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S2212440312004324?via%3Dihub>. Acesso em: 01 dez. 2020.

LACERDA, Marco Aurélio de Sousa et al. Radioproteção, dose e risco em exames radiográficos nos seios da face de crianças, em hospitais de Belo Horizonte, MG. **Radiologia Brasileira**, [S.L.], v. 40, n. 6, p. 409-413, dez. 2007. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-39842007000600010&lng=pt&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-39842007000600010&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 28 nov. 2020.

LACERDA, Marco Aurélio de Sousa et al. Riscos dos exames radiográficos em recém-nascidos internados em um hospital público de Belo Horizonte, MG. **Radiologia Brasileira**, [S.L.], v. 41, n. 5, p. 325-329, out. 2008. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-39842008000500011&lng=pt&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-39842008000500011&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 28 nov. 2020.

LADIA, A.; MESSARIS, G.; DELIS, H.; PANAYIOTA KIS, G. Organ dose and risk assessment in paediatric radiography using the PCXMC 2.0. **Journal Of Physics: Conference Series**, [S.L.], v. 637, p. 1-4, 16 set. 2015. Disponível em: <https://iopscience-iop.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1088/1742-6596/637/1/012014/pdf>. Acesso em: 28 nov. 2020.

LADIA, Arsenoi P. et al. The effect of increased body mass index on patient dose in paediatric radiography. **European Journal Of Radiology**, [S.L.], v. 85, n. 10, p. 1689-1694, out. 2016. Disponível em: <https://www->

sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0720048X16302194?via%3Dihub. Acesso em: 28 nov. 2020.

LAHHAM, Adnan; ISSA, Ahlam; ALMASRI, Hussein. PATIENT RADIATION DOSE FROM CHEST X-RAY EXAMINATIONS IN THE WEST BANK—PALESTINE. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 178, n. 3, p. 298-303, 22 ago. 2017. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/178/3/298/4091106>. Acesso em: 28 nov. 2020.

LAI, Zer Hau; REIS, Cláudia Sá dos; SUN, Zhonghua. Effective dose and image optimisation of lateral lumbar spine radiography: a phantom study. **European Radiology Experimental**, [S.L.], v. 4, n. 1, p. 1-9, 13 fev. 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7018898/>. Acesso em: 28 nov. 2020.

LANÇA, Luís et al. 10 kVp rule – An anthropomorphic pelvis phantom imaging study using a CR system: impact on image quality and effective dose using aec and manual mode. **Radiography**, [S.L.], v. 20, n. 4, p. 333-338, nov. 2014. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1078817414000546?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

LAU, Kyk *et al.* Cumulative Radiation Dose from Radiography in Preterm Infants during Hospitalisation. **Hong Kong Journal Of Radiology**, [S.L.], p. 183-191, 29 set. 2016. Disponível em: <https://www.hkjr.org/article/v19n3/cumulative>. Acesso em: 28 nov. 2020.

LAW, Martin et al. Cumulative radiation exposure and associated cancer risk estimates for scoliosis patients: impact of repetitive full spine radiography. **European Journal Of Radiology**, [S.L.], v. 85, n. 3, p. 625-628, mar. 2016. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0720048X15302163?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

LAW, Martin et al. Cumulative Effective Dose and Cancer Risk of Pediatric Population in Repetitive Whole-Body Scan Using Dual-Energy X-Ray Absorptiometry. **Journal Of Clinical Densitometry**, [S.L.], v. 22, n. 1, p. 52-58, jan. 2019. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1094695017301294?via%3Dihub#!>. Acesso em: 27 nov. 2020

LAW, Martin et al. Cumulative effective dose and cancer risk for pediatric population in repetitive full spine follow-up imaging: how micro dose is the eos microdose protocol?. **European Journal Of Radiology**, [S.L.], v. 101, p. 87-91, abr. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2018.02.015>. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0720048X18300536?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

LAW, Martin et al. Evaluation of cumulative effective dose and cancer risk from repetitive full spine imaging using EOS system: impact to adolescent patients of different populations. **European Journal Of Radiology**, [S.L.], v. 96, p. 1-5, nov. 2017. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0720048X17303649?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

LEE, Chena *et al.* Comparison of dosimetry methods for panoramic radiography: thermoluminescent dosimeter measurement versus personal computer-based monte carlo method calculation. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology And Oral Radiology**, [S.L.], v. 121, n. 3, p. 322-329, mar. 2016. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S2212440315012936?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

LEE, Chena *et al.* Dose assessment in dental cone-beam computed tomography: comparison of optically stimulated luminescence dosimetry with monte carlo method. **Plos One**, [S.L.], v. 15, n. 3, p. 1-12, 31 mar. 2020. Disponível em:

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0219103>. Acesso em: 28 nov. 2020.

LEE, Chih-I.; MCLEAN, Donald; ROBINSON, John. Measurement of effective dose for paediatric scoliotic patients. **Radiography**, [S.L.], v. 11, n. 2, p. 89-97, maio 2005. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S107881740400104X?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

LINDFORS, Ninita et al. Influence of patient position and other inherent factors on image quality in two different cone beam computed tomography (CBCT) devices. **European Journal Of Radiology Open**, [S.L.], v. 4, p. 132-137, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5675893/>. Acesso em: 28 nov. 2020.

LONGO, Mariaconcetta et al. Non-vascular interventional procedures: effective dose to patient and equivalent dose to abdominal organs by means of dicom images and monte carlo simulation. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 168, n. 4, p. 509-515, 25 jul. 2015. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/168/4/509/2375118>. Acesso em: 28 nov. 2020.

MA, H.; ELBAKRI, I. A.; REED, M.. Estimation of organ and effective doses from newborn radiography of the chest and abdomen. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 156, n. 2, p. 160-167, 21 mar. 2013. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/156/2/160/1605077>. Acesso em: 01 dez. 2020.

MINDERHOUD, Savine C. S. et al. Dramatic Dose Reduction in Three-Dimensional Rotational Angiography After Implementation of a Simple Dose Reduction Protocol. **Pediatric Cardiology**, [S.L.], v. 39, n. 8, p. 1635-1641, 3 ago. 2018. Disponível em: <https://link-springer-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s00246-018-1943-3>. Acesso em: 27 nov. 2020.

MIRDORAGHI, Mohammad; BANAEI, Amin; ASL, Jafar Fatahi. Data on the estimating the risk of cancer due to some common radiographs in Tehran city. **Data In Brief**, [S.L.], v. 20, p. 1269-1273, out. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352340918310680?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

MOGAADI, M.; OMRANE, L. Ben; HAMMOU, A. Effective dose for scoliosis patients undergoing full spine radiography. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 149, n. 3, p. 297-303, 7 jul. 2011. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/149/3/297/1602928>. Acesso em: 01 dez. 2020.

NAUER, C.B. *et al.* Effective Doses from Scan Projection Radiographs of the Head: Impact of Different Scanning Practices and Comparison with Conventional Radiography. **Ajnr Am J Neuroradiol**, [s. l.], p. 155-159, jan. 2009. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm-nih.ez130.periodicos.capes.gov.br/pmc/articles/PMC7051712/>. Acesso em: 01 dez. 2020.

NEMATOLLAH, H.; HADDADI, G. H.; JORAT, M. The Effect of Vitamin C on Apoptosis and Bax/Bcl-2 Proteins Ratio in Peripheral Blood Lymphocytes of Patients during Cardiac Interventional Procedures. **J Biomed Phys Eng.**, [S.L.], p. 421-432, ago. 2020. Disponível em: <https://www.ncbi-nlm-nih.ez130.periodicos.capes.gov.br/pmc/articles/PMC7416102/>. Acesso em: 01 dez. 2020.

NELSON, Geoff et al. Patient dose simulations for scanning-beam digital x-ray tomosynthesis of the lungs. **Medical Physics**, [S.L.], v. 40, n. 11, p. 1-11, 23 out. 2013. Disponível em: <https://www.ncbi-nlm-nih.ez130.periodicos.capes.gov.br/pmc/articles/PMC3820627/>. Acesso em: 28 nov. 2020.

NGAILE, J.e. et al. Estimation of equivalent organ and effective doses to patients undergoing coronary angiography and percutaneous coronary intervention procedures using Monte Carlo simulation. **Radiation Physics And Chemistry**, Arusha, v. 168, p. 1-12, mar. 2020. Disponível em: <https://www->

sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0969806X19304864?via%3Dihub. Acesso em: 27 nov. 2020.

NGAILE, J.e.; MSAKI, P.K.; KAZEMA, R.R. Monte Carlo based estimation of organ and effective doses to patients undergoing hysterosalpingography and retrograde urethrography fluoroscopy procedures. **Radiation Physics And Chemistry**, Dar Es Salaam, v. 145, p. 148-159, abr. 2018. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0969806X17302554?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

OLGAR, T; SAHMARAN, T. ESTABLISHMENT OF RADIATION DOSES FOR PEDIATRIC X-RAY EXAMINATIONS IN A LARGE PEDIATRIC HOSPITAL IN TURKEY. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 176, n. 3, p. 302-308, 25 fev. 2017. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/176/3/302/3053129>. Acesso em: 28 nov. 2020.

OLIVEIRA, Paulo Márcio Campos de; SQUAIR, Peterson L.; LACERDA, Marco A.; SILVA, Teógenes A. da. Assessment of organ absorbed doses in patients undergoing chest X-ray examinations by Monte Carlo based softwares and phantom dosimetry. **Radiation Measurements**, [S.L.], v. 46, n. 12, p. 2073-2076, dez. 2011. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1350448711003179?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

PARMAKS, A. et al. Unintentional irradiation of conceptus by diagnostic imaging examinations in Turkey. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 162, n. 3, p. 322-328, 14 nov. 2013. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/162/3/322/1607909>. Acesso em: 28 nov. 2020.

PASCOAL, A. et al. Chest radiography: a comparison of image quality and effective dose using four digital systems. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 114, n. 1-3, p. 273-277, 17 maio 2005. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/114/1-3/273/1596246>. Acesso em: 28 nov. 2020.

POLETTI, J. The effect of source to image distance on radiation risk to the patient. **Australas Phys Eng Sci Med.**, [S.L.], p. 1-5, set. 2003. Disponível em: <https://link-springer-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/BF03178779>. Acesso em: 01 dez. 2020.

PETERS, M.; KRINGS, G.; KOSTER, M.; MOLENSCHOT, M.; FREUND, M. W.; BREUR, J. M. P. J.. Effective radiation dosage of three-dimensional rotational angiography in children. **Europace**, [S.L.], v. 17, n. 4, p. 611-616, 28 ago. 2014. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/europace/article/17/4/611/2466187>. Acesso em: 28 nov. 2020.

PODNIKES, E. C.; NEGUS, I. s. Practical patient dosimetry for partial rotation cone beam CT. **Br J Radiol**, [S.L.], p. 161-167, 2012. Disponível em: <https://www-ncbi-nlm-nih.ez130.periodicos.capes.gov.br/pmc/articles/PMC3473941/pdf/bjr-85-161.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2020.

POLETTI, J. L.; MCLEAN, D. The effect of source to image-receptor distance on effective dose for some common X-ray projections. **The British Journal Of Radiology**, [S.L.], v. 78, n. 933, p. 810-815, set. 2005. Disponível em: [https://www-birpublications.ez130.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1259/bjr/74823655?url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr\\_dat=cr\\_pub++0pubmed](https://www-birpublications.ez130.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1259/bjr/74823655?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr_dat=cr_pub++0pubmed). Acesso em: 01 dez. 2020.

RAMPADO, Osvaldo et al. Evaluation of various approaches for assessing dose indicators and patient organ doses resulting from radiotherapy cone-beam CT. **Medical Physics**, [S.L.], v. 43, n. 5, p. 2515-2526, 26 abr. 2016. Disponível em: <https://aapm-onlinelibrary-wiley.ez130.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1118/1.4947129>. Acesso em: 28 nov. 2020.

REIS, Cláudia et al. Image quality and dose analysis for a PA chest X-ray: comparison between aec mode acquisition and manual mode using the 10 kvp rule. **Radiography**, [S.L.], v. 20, n. 4, p. 339-

345, nov. 2014. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1078817414000662?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

SCHULTZ, F. W. *et al.* Monte Carlo calculations for assessment of radiation dose to patients with congenital heart defects and to staff during cardiac catheterizations. **Br J Radiol**, [S.L.], p. 638-647, jan. 2014. Disponível em: <https://www-birpublications.ez130.periodicos.capes.gov.br/doi/pdf/10.1259/bjr/21647806>. Acesso em: 01 dez. 2020.

SEIDENBUSCH, Michael C. *et al.* Conversion factors for determining organ doses received by paediatric patients in high-resolution single slice computed tomography with narrow collimation. **Zeitschrift Für Medizinische Physik**, [S.L.], v. 24, n. 2, p. 123-137, maio 2014. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0939388914000245?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

SEIDENBUSCH, Michael C.; SCHNEIDER, Karl. Conversion coefficients for determining organ doses in paediatric pelvis and hip joint radiography. **Pediatric Radiology**, [S.L.], v. 44, n. 9, p. 1110-1123, 8 maio 2014. Disponível em: <https://link-springer-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s00247-014-2962-8>. Acesso em: 28 nov. 2020.

SEIDENBUSCH, Michael; SCHNEIDER, Karl. Conversion coefficients for determining organ doses in paediatric spine radiography. **Pediatric Radiology**, [S.L.], v. 44, n. 4, p. 434-456, 9 fev. 2014. Disponível em: <https://link-springer-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007%2Fs00247-013-2853-4>. Acesso em: 28 nov. 2020.

SEMERARO, Vittorio; SUSAC, Ana; MORASCA, Andrea; D'ANTONIO, Francesco; BELLI, Anna-Maria. Foetal Radiation Dose During Prophylactic Occlusion Balloon Placement for Morbidly Adherent Placenta. **Cardiovascular And Interventional Radiology**, Roma, v. 38, n. 6, p. 1487-1493, 23 abr. 2015. Disponível em: <https://link-springer-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s00270-015-1102-7>. Acesso em: 28 nov. 2020.

SERVOMAA, A.; TAPIOVAARA, M. Organ Dose Calculation in Medical X Ray Examinations by the Program PCXMC. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 80, n. 1, p. 213-219, 1 nov. 1998. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/80/1-3/213/1665153>. Acesso em: 01 dez. 2020.

SEO, Deoknam *et al.* Evaluation based on Monte Carlo simulation of lifetime attributable risk of cancer after neck X-ray radiography. **La Radiologia Medica**, [S.L.], v. 120, n. 11, p. 1043-1049, 29 abr. 2015. Disponível em: <https://link-springer-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s11547-015-0543-z>. Acesso em: 28 nov. 2020.

SHAMSI, Khatereh *et al.* Evaluation of effective dose and entrance skin dose in digital radiology. **Polish Journal Of Medical Physics And Engineering**, Babol, v. 26, n. 2, p. 119-125, 1 jun. 2020. Disponível em: [https://content.sciendo.com/configurable/contentpage/journals\\$002fpjmpe\\$002f26\\$002f2\\$002farticle-p119.xml#d13151879e141](https://content.sciendo.com/configurable/contentpage/journals$002fpjmpe$002f26$002f2$002farticle-p119.xml#d13151879e141). Acesso em: 27 nov. 2020.

SHARMA, Jibon; SARMA, Jogesh; AGARWAL, Sushant. Assessment of diagnostic reference level in radiography of neonatal chest anteroposterior examination: a hospital-based study. **Journal Of Medical Physics**, [S.L.], v. 43, n. 3, p. 1-8, 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6172858/>. Acesso em: 28 nov. 2020.

SMANS, Kristien *et al.* Calculation of organ doses in x-ray examinations of premature babies. **Medical Physics**, [S.L.], v. 35, n. 2, p. 556-568, 23 jan. 2008. Disponível em: <https://aapm-onlinelibrary-wiley.ez130.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1118/1.2828183>. Acesso em: 01 dez. 2020.



SVALKVIST, A.; MANSSON, L. G.; BATH, M.. Monte Carlo simulations of the dosimetry of chest tomosynthesis. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 139, n. 1-3, p. 144-152, 3 mar. 2010. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/139/1-3/144/1600104>. Acesso em: 01 dez. 2020.

STISOVA, V. Effective dose to patient during cardiac interventional procedures (Prague workplaces). **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 111, n. 3, p. 271-274, 20 jul. 2004. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/111/3/271/1596442>. Acesso em: 01 dez. 2020.

TAPIOVAARA, Markku. **PCXMC 2.0 SUPPLEMENTARY PROGRAMS USER'S GUIDE**: pcxmc20rotation.exe autocalc-sheet.xls autocalcrotation-sheet.xls. Helsinki: Stuk, 2012. Disponível em: [https://www.stuk.fi/documents/12547/474783/PCXMC\\_20\\_Supplementary\\_programs\\_UsersGuide.pdf/2245e71d-9c46-48e8-9425-a85b5a1765e0?t=1439557834643](https://www.stuk.fi/documents/12547/474783/PCXMC_20_Supplementary_programs_UsersGuide.pdf/2245e71d-9c46-48e8-9425-a85b5a1765e0?t=1439557834643). Acesso em: 17 set. 2020.

TAPIOVAARA, Markku; SIISKONEN, Teemu. **PCXMC**: a monte carlo program for calculating patient doses in medical x-ray examinations. 2. ed. Helsinki: Stuk, 2008a. Disponível em: <https://www.stuk.fi/documents/12547/474783/stuk-a231.pdf/c950e99c-3537-4344-bf76-07a54e5f1afa?t=1439557836831>. Acesso em: 17 set. 2020

TAPIOVAARA, M.; LAKKISTO, M.; SERVOMAA, A. **PCXMC**: a pc-based monte carlo program for calculating patient doses in medical x-ray examinations. Helsinki: Stuk, 1997. Disponível em: [https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/28/049/28049612.pdf?r=1](https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/28/049/28049612.pdf?r=1). Acesso em: 17 set. 2020.

TONKOPI, Elena *et al.* Radiation Dose from 3D Rotational vs. Conventional 2D Digital Subtraction Angiography in Intracranial Aneurysm Coiling. **Canadian Journal Of Neurological Sciences / Journal Canadien Des Sciences Neurologiques**, [S.L.], v. 42, n. 3, p. 176-180, 10 abr. 2015. Disponível em: <https://www-cambridge.ez130.periodicos.capes.gov.br/core/journals/canadian-journal-of-neurological-sciences/article/radiation-dose-from-3d-rotational-vs-conventional-2d-digital-subtraction-angiography-in-intracranial-aneurysm-coiling/7738487A7E7EC50A74456EE492E4B8BB/core-reader#>. Acesso em: 28 nov. 2020.

VARGHESE, Anna *et al.* Radiation doses and estimated risk from angiographic projections during coronary angiography performed using novel flat detector. **Journal Of Applied Clinical Medical Physics**, [S.L.], v. 17, n. 3, p. 433-441, maio 2016. Disponível em: <https://aapm-onlinelibrary-wiley.ez130.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1120/jacmp.v17i3.5926>. Acesso em: 28 nov. 2020.

VASSILEVA, J.; STOYANOV, D. Quality control and patient dosimetry in dental cone beam CT. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], p. 310-312, abr. 2010. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/139/1-3/310/1596727>. Acesso em: 01 dez. 2020.

VELDKAMP, Wouter J. H.; KROFT, Lucia J. M.; BOOT, Mireille V.; MERTENS, Bart J. A.; GELEIJNS, Jacob. Contrast-detail evaluation and dose assessment of eight digital chest radiography systems in clinical practice. **European Radiology**, [S.L.], v. 16, n. 2, p. 333-341, 31 ago. 2005. Disponível em: <https://link-springer-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s00330-005-2887-6>. Acesso em: 28 nov. 2020.

VODOVATOV, Aleksandr V. *et al.* Estimation of the conversion coefficients from dose-area product to effective dose for barium meal examinations for adult patients. **Radiation Hygiene**, St-Petersburg, v. 11, n. 1, p. 93-100, fev. 2018. Disponível em: <https://www.radhyg.ru/jour/article/view/542/560#>. Acesso em: 28 nov. 2020.

VON STEYERN, K. Vult *et al.* Conversion factors for estimation of effective dose in paediatric chest tomosynthesis. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 157, n. 2, p. 206-213, 10 jun. 2013. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/157/2/206/1648870>. Acesso em: 01 dez. 2020.

WOOD, T. J. et al. Validation of a technique for estimating organ doses for kilovoltage cone-beam CT of the prostate using the PCXMC 2.0 patient dose calculator. **Journal Of Radiological Protection**, [S.L.], v. 35, n. 1, p. 153-163, 30 jan. 2015. Disponível em: <https://iopscience-ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1088/0952-4746/35/1/153>. Acesso em: 28 nov. 2020.

WYLIE, James D. et al. Computed Tomography Scans in Patients With Young Adult Hip Pain Carry a Lifetime Risk of Malignancy. **Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery**, [S.L.], v. 34, n. 1, p. 155-163, jan. 2018. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0749806317310460?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

YAKOUMAKIS, E. et al. Estimation of radiation dose and risk to children undergoing cardiac catheterization for the treatment of a congenital heart disease using Monte Carlo simulations. **Pediatric Radiology**, [S.L.], v. 43, n. 3, p. 339-346, 24 out. 2012. Disponível em: <https://link-springer-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s00247-012-2510-3>. Acesso em: 01 dez. 2020.

YAKOUMAKIS, E. et al. Evaluation of organ and effective doses during paediatric barium meal examinations using PCXMC 2.0 Monte Carlo code. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 163, n. 2, p. 202-209, 29 maio 2014. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/163/2/202/1651154>. Acesso em: 28 nov. 2020.

YAKOUMAKIS, E. et al. Verification of radiation dose calculations during paediatric cystourethrography examinations using MCNP5 and PCXMC 2.0 Monte Carlo codes. **Radiation Protection Dosimetry**, Atenas, v. 157, n. 3, p. 355-362, 13 jun. 2013. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/157/3/355/1602804>. Acesso em: 01 dez. 2020.

YEH, Jih-Kuei; CHEN, Chia-Hui. Estimated radiation risk of cancer from dental cone-beam computed tomography imaging in orthodontics patients. **Bmc Oral Health**, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 1-12, 3 ago. 2018. Disponível em: <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com.ez130.periodicos.capes.gov.br/articles/10.1186/s12903-018-0592-5>. Acesso em: 27 nov. 2020.

ZANGENEH, Masoumeh; DEEVBAND, Mohammad Reza; MOHSENZADEH, Behzad. Lifetime attributable risk of cancer incidence and mortality in routine digital radiology procedures. **Clinical Imaging**, [S.L.], v. 67, p. 226-236, nov. 2020. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0899707120303090?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

ZENONE, F. et al. Effective dose delivered by conventional radiology to Aosta Valley population between 2002 and 2009. **The British Journal Of Radiology**, [S.L.], v. 85, n. 1015, p. 330-338, jul. 2012. Disponível em: <https://www-ncbi-nlm-nih.ez130.periodicos.capes.gov.br/pmc/articles/PMC3474076/>. Acesso em: 01 dez. 2020.

## MANUSCRITO 2 – AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DO SOFTWARE PC PROGRAM FOR X-RAY MONTE CARLO PARA A ESTIMATIVA DE DOSE NA RADIOLOGIA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

AMARAL, Tainara Lage do<sup>1</sup>; WALTRICK, Karen Borges<sup>2</sup>

1- Discente do Curso Superior de Tecnologia em Radiologia – IFSC

2- Docente do Curso Superior de Tecnologia em Radiologia – IFSC

### Resumo

Objetivos: analisar o que há relatado na literatura a respeito da avaliação de aplicabilidade do *software* PCXMC como ferramenta para a estimativa de dose na radiologia. Metodologia: trata-se de uma pesquisa qualitativa em forma de revisão integrativa da literatura. Realizou-se uma busca nas bases de dados *online Pubmed* e *Scopus*, abrangendo os anos de 1998 a 2020. Após a leitura na íntegra e submissão aos critérios de inclusão e exclusão, 14 artigos foram selecionados para compor a amostra final. Resultados: 14 artigos com o foco de estudo voltado para a avaliação da aplicabilidade do *software* PCXMC foram analisados, 7 artigos comparam os resultados do PCXMC com dosímetros e 7 artigos realizaram comparações com outros *softwares*. Em todos os 14 artigos houve uma concordância considerável entre as doses estimadas pelo *software* e o outro método de comparação utilizado. Conclusões: o *software* PCXMC foi considerado uma ferramenta útil para a estimativa da dose na radiologia, sendo indicado pelos estudos analisados como um método fácil e rápido quando comparado ao uso de dosímetros em fantomas.

**Descritores:** PCXMC. *Software*. Método de Monte Carlo. Doses de Radiação. Radiologia.

## INTRODUÇÃO

A descoberta dos raios X, em novembro de 1895, causou euforia na comunidade científica e também na comunidade em geral, levando ao uso indiscriminado desta tecnologia para os mais diversos fins, sem cuidados ou restrições, pois os danos que esta nova descoberta poderia ocasionar nas células do corpo humano eram inicialmente desconhecidos. Entretanto, a partir do entendimento de que os raios X podem ser nocivos à saúde, começou-se uma busca incansável para descobrir os malefícios causados e diminuir os mesmos, o que originou a criação de legislações e normas que foram se aperfeiçoando com decorrer dos anos, fazendo com que o uso dos raios X para a visualização de anatomias internas se tornasse algo exclusivo de hospitais e clínicas (LIMA; AFONSO; PIMENTEL, 2009).

Considerando que, a priori, os efeitos deletérios da radiação X já são bastante conhecidos, muitas das pesquisas científicas sobre os efeitos desta radiação sobre o corpo humano, conduzidas nas últimas décadas, direcionaram seu foco de estudo em otimizar a dose proveniente dos exames que utilizam a radiação X, evidenciando novas formas de buscar diminuir a exposição do paciente. Com os adventos e evoluções tecnológicas, a forma de realizar estes estudos também se modificou, existindo atualmente diferentes programas computacionais (*softwares*) que possuem o propósito de estimar a dose do paciente, de maneira fácil e mais rápida quando comparados com o uso de dosimetria “*in vitro*” (TAPIOVAARA; LAKKISTO; SERVOMAA, 1997; TAPIOVAARA; SIISKONEN, 2008a).

Um destes programas é o *software PC Program for X-ray Monte Carlo* (PCXMC), que se baseia no método de Monte Carlo (MC) para realizar cálculos matemáticos e estimar a dose efetiva e de órgão dos pacientes. O PCXMC foi desenvolvido na Finlândia, sendo especialmente feito para a radiologia e inicialmente destinado apenas para equipamentos de radiologia convencional, mas que, devido as atualizações e desenvolvimento de novos métodos de utilização, atualmente pode ser utilizado para estimar a dose de diferentes equipamentos que utilizem a radiação X para fins de diagnóstico, bastando inserir os dados necessário de maneira precisa (TAPIOVAARA; SIISKONEN, 2008a; TAPIOVAARA, 2012).

Apesar de ter seu uso amplamente difundido em diversos países, e existirem vários estudos relatando o uso do *software* PCXMC desde 1998, em pesquisa recente na literatura não foi encontrado artigo de revisão publicado sobre este tema. Com o intuito de obter um conhecimento mais aprofundado acerca do uso e aplicabilidade desta ferramenta, o objetivo da presente pesquisa é realizar uma revisão integrativa da literatura, categorizando os estudos que utilizaram o *software* PCXMC em sua metodologia, com o foco principal em avaliar a aplicabilidade do *software*, sintetizando informações, comparando e destacando as principais conclusões dos artigos em questão.

## METODOLOGIA

A presente pesquisa, de cunho qualitativo, trata-se de uma revisão integrativa da literatura que visa levantar dados dos estudos com seu foco em avaliar a aplicabilidade da estimativa de dose do *software* PCXMC na radiologia.

Durante a realização da amostragem, na definição da estratégia de busca, foi utilizado como descritor o próprio nome do *software* “PCXMC”, entendendo-se ser este o termo mais adequado para a obtenção de uma amostra significativa e com relevância a fim de atingir o objetivo da pesquisa. A busca dos artigos se deu nas bases de dados eletrônicas *Pubmed* e *Scopus*, tendo sido aplicado o filtro de idioma em ambas as bases, selecionando apenas publicações em inglês (Quadro 1).

Quadro 1 – Bases de dados e estratégias de buscas. Florianópolis, 2020.

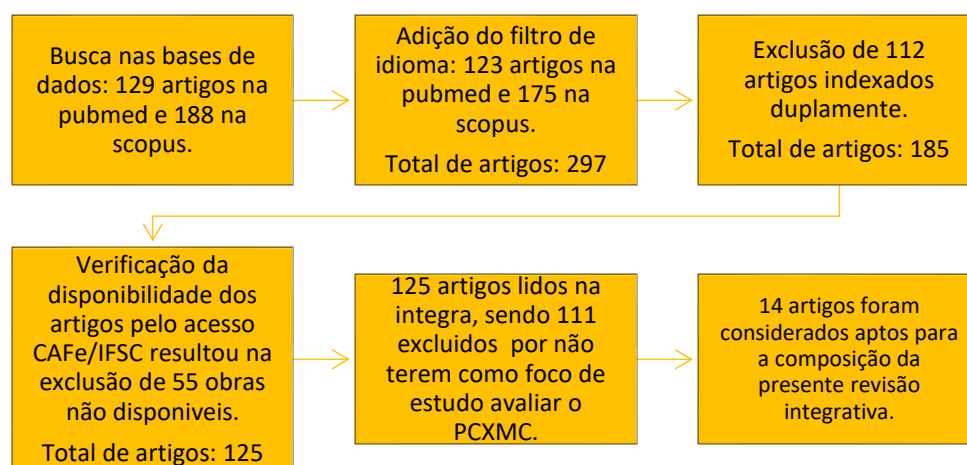
Base de dados	Estratégia de busca
<i>Pubmed</i>	Search: pcxmc Filters: English
<i>Scopus</i>	TITLE-ABS-KEY ( pcxmc ) AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "Inglês" ) )

Fonte: autora (2020)

O processo de seleção dos artigos iniciou-se em 16 de setembro de 2020. Os critérios de inclusão aplicados foram: artigos de pesquisa originais publicados em inglês devidamente indexados nas bases de dados eletrônicas

utilizadas para a pesquisa, e que possuísem seu foco de estudo principal voltado para a avaliação da aplicabilidade/efetividade do *software* PCXMC. Na busca inicial, apenas com o uso do descritor, foram identificados 317 artigos ao total. Aplicando-se o filtro de idiomas, excluindo-se os artigos indexados duplamente, os artigos não disponíveis na íntegra pelo acesso CAFE/IFSC, e aqueles que não apresentavam como foco de estudo avaliar o uso do *software* PCXMC, chegou-se ao número final de 14 artigos compondo a amostra. (Figura 1).

Figura 1 – Fluxograma da seleção de artigos incluídos na revisão integrativa.



Fonte: autora (2020)

Todos os 14 artigos incluídos na revisão foram lidos de maneira completa e minuciosa, e os dados principais relativos à publicação, assim como os principais achados na metodologia, resultados, discussão e conclusões dos estudos foram extraídos por meio de uma ficha bibliográfica.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a análise dos artigos, foi observado que os mesmos avaliavam a aplicabilidade do *software* PCXMC como ferramenta para a estimativa de dose na radiologia, comparando-o com outros *softwares* que tinham a mesma função e/ou com o resultado da leitura de diferentes dosímetros (Tabela 3). Os artigos foram então divididos, por similaridades, em 2 grupos: comparação do PCXMC com dosímetros e comparação do PCXMC com outros *softwares*.

Tabela 3 – Estudos que avaliaram a aplicabilidade do PCXMC

Autores (anos)	Método de comparação e tipo	Procedimento, anatomia e amostra	Resultados
KHELASSI-TOUTAOUI et al. (2008)	Software PREPARE/ Dosímetro TLD	Radiografia; Tórax; Fantoma	Incerteza entre os cálculos e medidas, em órgãos específicos, foram bastante distintas. Boa concordância geral entre as doses medidas e as calculadas com os <i>softwares</i> . Doses do PCXMC se correlacionaram melhor com as doses medidas do que o PREPARE. Autores afirmam que o <i>software</i> PCXMC foi superior ao PREPARE no estudo realizado.
SMANS et al. (2008)	Software MCNPX	Radiografia; Tórax; Fantoma	Boa correlação das doses calculadas para órgãos dentro do campo do feixe de raios X. Órgãos parcialmente ou totalmente fora do campo obtiveram uma incerteza considerável. PCXMC foi considerado apto para calcular as doses dentro do campo do feixe de raios X. Adendo dos autores ao fato de ser criterioso ao especificar a geometria de irradiação.
OLIVERA et al. (2011)	Software CALDose/ Dosímetro TLD	Radiografia; Tórax; Fantoma	Houve uma melhor concordância das doses de órgãos medidas com as calculadas com o CALDose_X. As doses de PCXMC mostraram diferenças significativas que não puderam ser explicadas pelos autores. Concordância entre os <i>softwares</i> foram encontradas em apenas 5 dos 20 cálculos de dose realizados para os órgãos na região do tórax.
MA; ELBAKRI; REED (2013)	Dosímetro TLD	Radiografia; Tórax-abdome; Fantoma	Dose efetiva calculada pelo <i>software</i> estava de acordo com a medida pelos TLDs. Cálculos de dose dos órgãos obtiveram uma vasta variação de concordância com os TLDs. Apesar da grande variação na dose de órgãos, existiu uma boa concordância geral entre as medições de doses. Autores sugerem que o PCXMC pode ser usado para estimar as doses de órgãos e efetiva em paciente neonatos.
SCHULTZ et al. (2014)	Software MCNPX	Cateterismo; coração e tecidos adjacentes; pacientes	Boa concordância entre os <i>softwares</i> referente a dose efetiva. Autores afirmaram que o <i>software</i> PCXMC é uma ferramenta útil para estimar a dose de radiação para pacientes pediátricos submetidos a um cateterismo cardíaco.
WOOD et al. (2015)	Dosímetro TLD	TCFC; Próstata; Fantoma	PCXMC demonstrou uma ótima concordância com as medições realizadas. Considerado pelos autores uma técnica valiosa para os departamentos de radioterapia que realizam as varreduras diárias com a TCFC. Permite estudos de otimização e determinação rápida da dose recebida pelo paciente.
LEE et al. (2016)	Dosímetro TLD	Radiografia panorâmica; Crânio e face; fantoma	Dose efetiva obtidas pelos TLDs foram consideravelmente menores do que a calculada com o <i>software</i> . Doses de órgãos variaram mais pelo <i>software</i> do que pelos dosímetros. Apesar disso obtiveram boa concordância. Os autores sugeriram valores padrões para os fatores determinantes, referentes a radiografia panorâmica, que são necessários para o PCXMC.
KELARANT A; TOROI; VOCK, (2016)	Software ImpactMC	Radiografia; Mama e Pulmão; Fantoma	Melhor concordância dos <i>softwares</i> é em relação as doses para os pulmões. Doses para mama e pacientes grandes obtiveram uma menor concordância. Fatores de conversão de doses para o pulmão e mama de ambos os <i>softwares</i> mostraram uma correlação linear significativa com a espessura do paciente. Resultados de PCXMC para as diferentes qualidades do feixe estavam de acordo com os fatores de conversão de dose publicados na literatura.
GOLIKOV et al. (2018)	Software EDEREX/ Dosímetro TLD	Radiografia; Tórax e Pelve; Fantoma	Concordância de ambos os <i>softwares</i> com as medições de TLD. Maior concordância quando os órgãos estão inteiramente dentro do feixe primário. Autores citam que o uso de simplificações na metodologia, como os <i>softwares</i> , não está diretamente ligado à perda de precisão da estimativa da dose.
KIM et al., (2018)	Dosímetro TLD	TCFC; Crânio e Face	Boa concordância de entre os métodos. Doses de órgãos foram as que mais variaram. PCXMC foi considerado uma boa alternativa em relação a dosimetria dos TLDs para avaliar as doses em pacientes adultos submetidos a exames de TCFC.
HARMER; RADFORD; SMAIL (2018)	Dosímetro TLD	Radiografia; Dose Efetiva; Fantoma	PCXMC obteve boa concordância para a dose efetiva e uma diferença relacionada a dose de órgão, quando comparado a literatura. Concordância considerável para as doses de órgãos medidas. Autores discorreram sobre sua satisfação com o uso do PCXMC para cálculo de

			dose de pacientes adultos submetidos a exames em scanners DEXA, sendo uma maneira de economizar tempo na produção das estimativas.
KAWASAKI et al. (2019)	Dosímetro RGD	Cateterismo cardíaco; coração e anatomias adjacentes; Fantoma	Doses efetivas medidas pelos RGDs concordaram com as de PCXMC. Doses de órgãos, apesar de pequenas variações, também obtiveram concordância. Resultados foram considerados positivos e aproximados. Autores comentam sobre a dosimetria RGD ser trabalhosa e demorada, eles acreditam que o uso do PCXMC seja uma opção útil para estimar a dose de órgãos e efetivas de uma maneira mais fácil e rápida.
HARBRON et al. (2020)	Software MCNPX	Reparo endovascular de aneurisma; Anatomia estudada e tecidos adjacentes; Fantoma	Grande diferença entre os <i>softwares</i> para procedimentos individuais. Doses médias foram razoavelmente semelhantes. Autores comentam que, devido a isso, seria mais adequado utilizar o PCXMC apenas para fins não individuais.
LEE et al. (2020)	Dosímetro OSLD	TCFC; Crânio e Face; Fantoma	Dose efetiva medida foi maior do que a calculada pelo <i>software</i> . Essa diferença diminuía à medida que o FOV se tornava menor. Doses de órgãos foram semelhantes entre os dois métodos. Autores sugeriram, cautelosamente, o uso do <i>software</i> PCXMC para estimativa de dose na TCFC por ser um método relativamente eficiente e de fácil uso.

Fonte: dados da pesquisa (2020)

## PCXMC e dosímetros

Do total de 14 artigos, sete analisaram a aplicabilidade do *software* PCXMC através da comparação dos resultados do *software* com os resultados de dose de dosímetros (MA; ELBAKRI; REDD, 2013; WOOD et al., 2015; LEE et al., 2016; HAMER; RADFORD; SMAIL, 2018; KIM et al., 2018; KAWASAKI et al., 2019; LEE et al., 2020). Dentre estes, cinco artigos utilizaram como forma de dosimetria em fantoma os dosímetros termoluminescentes (TLDs), posteriormente simularam no *software* PCXMC os mesmos exames com os mesmos parâmetros técnicos e comparam os resultados (MA; ELBAKRI; REDD, 2013; WOOD et al., 2015; LEE et al., 2016; HAMER; RADFORD; SMAIL, 2018; KIM et al., 2018), um artigo utilizou os dosímetros de vidro de fosfato ativado por prata (RGDs) em fantoma e o mesmo processo de comparação com o *software* (KAWASAKI et al., 2019), e o último artigo desse grupo fez uso de dosimetria de luminescência óptica estimulada (OSLD) em fantoma utilizando o mesmo processo de comparação dos demais artigos (LEE et al., 2020).

Ma, Elbakri e Redd (2013), determinaram a dose efetiva e as doses nos órgãos das radiografias de tórax-abdome de neonatos. As doses foram medidas utilizando TLDs em um fantoma ATOM, e posteriormente calculadas com *software* PCXMC, utilizando os mesmos parâmetros técnicos e dados relacionados ao físico



do paciente semelhantes ao de um neonato. Os resultados demonstraram que a dose efetiva calculada pelo *software* estava de acordo com a medida pelos TLDs, apesar dos cálculos de dose dos órgãos ter tido uma vasta variação de concordância com os TLDs chegando a 85% de diferença na dose dos testículos. Essa variação foi atribuída ao fato de os órgãos estarem parcialmente expostos, a erros experimentais ou incerteza de simulação. Os autores concluem que apesar da grande variação na dose de órgãos, existiu uma boa concordância geral entre as medições de doses, e dessa forma sugerem que o PCXMC pode ser usado para estimar as doses de órgãos e efetiva em paciente neonatos.

O estudo de Wood et al. (2015), teve como objetivo desenvolver uma técnica que usa o *software* PCXMC para estimar a dose efetiva e de órgãos resultantes de exames de TCFC da próstata. A técnica dos autores se baseia em separar o exame tomográfico em 28 projeções diferentes, com uma série de qualidades do feixe de radiação, para desta forma poder reproduzir a geometria complexa desse exame no *software* PCXMC. A validação desse método ocorreu através de medições com TLDs e um fantoma antropomórfico Rando, a técnica dos autores no PCXMC demonstrou uma ótima concordância com as medições realizadas, sendo considerada pelos autores uma técnica valiosa para os departamentos de radioterapia que realizam as varreduras diárias com a TCFC, permitindo assim estudos de otimização e determinação rápida da dose recebida pelo paciente.

O artigo de Lee et al. (2016), avaliou a dose de pacientes submetidos a radiográfica panorâmica, utilizando a dosimetria com TLDs em comparação com os cálculos matemáticos de PCXMC. As doses de órgãos e efetivas foram medidas em diversas condições, e posteriormente foram comparadas com as doses calculadas pelo *software*. De acordo com os resultados a dose efetiva obtidas pelos TLDs foram consideravelmente menores do que a calculada com o *software*, que depende dos valores de entrada para determinar a dose, já as doses de órgãos variaram mais pelo *software* do que pelos dosímetros, mas apesar disso obtiveram boa concordância. Os autores sugeriram no estudo valores padrões para os fatores determinantes, referentes a radiografia panorâmica, que são necessários para o PCXMC.

Harmer, Radford e Smail (2018) realizaram estudo sobre a dose efetiva e de órgãos em pacientes submetidos a exames em scanners de raios X de dupla energia (DEXA), motivados pelo fato de até então existirem poucas publicações sobre o tema. O *software* PCXMC foi utilizado para o cálculo de dose de pacientes adultos, os resultados foram comparados com os dados já publicados na literatura que demonstraram boa concordância para a dose efetiva e uma diferença relacionada à dose de órgão foi observada. Posteriormente, a dose efetiva e de órgãos foram medidas com o uso de 120 TLDs em um fantoma Rando, para uma segunda comparação com os cálculos do *software*, o que resultou em uma concordância considerável para as doses de órgãos. Por fim, os autores discorreram sobre estarem satisfeitos com o uso do PCXMC para cálculo de dose de pacientes adulto submetidos a exames em scanners DEXA, sendo uma maneira de economizar tempo na produção das estimativas.

A pesquisa de Kim et al. (2018) teve como objetivo calcular as doses efetivas e de órgãos em exames de TCFC com campo de visão (FOV) médio e grande utilizando o *software* PCXMC e compará-las com os resultados das medições por TLDs em fantoma. As doses foram calculadas com o auxílio do programa suplementar do *software* PCXMC, o *PCXMC2.0Rotation*, e posteriormente foram comparadas com as medições de 22 TLDs em um fantoma adulto masculino. As comparações foram realizadas e demonstraram uma boa concordância de entre os métodos, sendo as doses de órgãos as que mais variaram entre os mesmos, desta forma o *software* PCXMC foi considerado uma boa alternativa em relação a dosimetria dos TLDs para avaliar as doses em pacientes adultos submetidos a exames de TCFC que usem o FOV médio ou grande.

Kawasaki et al. (2019) avaliaram as doses efetivas, de órgãos e os fatores de conversão para a dose em pacientes pediátricos submetidos ao cateterismo cardíaco para fins de diagnóstico. Para tal, foram utilizados RGDs em um fantoma ATOM, e posteriormente os resultados foram comparados com as simulações de MC do *software* PCXMC. As doses efetivas medidas pelos RGDs concordaram com as de PCXMC, assim como as doses de órgãos, e apesar de pequenas variações, os resultados foram considerados positivos e aproximados. Por fim, os autores comentam sobre a dosimetria com o uso de fantoma e RGD ser trabalhosa e demorada, e desta forma eles acreditam que o uso do PCXMC seja

uma opção útil para estimar a dose de órgãos e efetivas de uma maneira mais fácil e rápida.

Lee et al. (2020) avaliaram as doses de pacientes da TCFC em quatro modos diferentes com o uso da dosimetria dos OSLDs e o *software* PCXMC, e a partir disso recomendaram qual método é o mais prático para a aquisição da dose efetiva nesse equipamento. Foram utilizados 22 OSLDs em fantoma ATOM de cabeça e pescoço para medição da dose efetiva e de órgãos, as mesmas também foram calculadas com o PCXMC, e posteriormente ambas foram comparadas entre si. Os resultados demonstraram que a dose efetiva medida foi maior do que a calculada pelo *software*, e que essa diferença diminuía à medida que o FOV se tornou menor, já para as doses de órgãos foram semelhantes entre os dois métodos. Como conclusão, os autores sugeriram, cautelosamente, o uso do *software* PCXMC para estimativa de dose na TCFC por ser um método relativamente eficiente e de fácil uso.

### **PCXMC e outros *softwares***

Além dos estudos realizados com dosímetros para avaliar a aplicabilidade do *software* PCXMC, foram selecionados na amostra o total de sete artigos que analisaram e compararam o PCXMC com outros *softwares* que também possuem o propósito de estimar a dose (KHELASSI-TOUTAOUI et al., 2008; SMANS et al., 2008; OLIVERA et al., 2011; SCHULTZ et al., 2014; KELARANTA; TOROI; VOCK, 2016; GOLIKOV et al., 2018; HARBRON et al., 2020). Dentre estes sete artigos, três realizaram comparações entre o PCXMC e o código Monte Carlo N-Particle eXtended (MCNPX) (SMANS et al., 2008; SCHULTZ et al., 2014; HARBRON et al., 2020), dois artigos, além de comparar o PCXMC com outro *software*, utilizaram TLDs para melhor avaliação (KHELASSI-TOUTAOUI et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2011), um artigo realizou estudo de comparação entre o PCXMC e o *software* ImpactMC (KELARANTA; TOROI; VOCK, 2016), e o último artigo deste grupo realizou a comparação entre os *softwares* PCXMC e EDEREX com o uso de TLDs (GOLIKOV et al., 2018).

SMANS et al. (2008) realizaram a comparação entre o *software* PCXMC e o MCNPX através de um estudo sobre a dose de radiação recebida por neonatos prematuros em radiografias de tórax. Para realizar o cálculo de dose, os autores criaram dois fantasmas de voxel, representando os neonatos, a partir de imagens de TC e ressonância magnética de pacientes que vieram a óbito no útero. As imagens foram obtidas dentro de 48 horas após a morte, com os pacientes já fora do útero. Os dois fantasmas foram utilizados primeiramente no código MCNPX, visto que as imagens, já segmentadas, podem ser convertidas em um arquivo de entrada para o mesmo através do SCAN2MCNP. Em seguida, os resultados foram comparados com *software* PCXMC, uma vez em que ele permite a redução de seus fantasmas matemáticos até neonatos prematuros. Os resultados mostraram uma boa correlação das doses calculadas para órgãos dentro do campo do feixe de raios X, porém para os órgãos parcialmente ou totalmente fora desse campo houve uma incerteza considerável, o que é justificado pelos autores pelo fato de não se pode reproduzir com total exatidão o feixe primário em simulações. Dessa forma, o *software* PCXMC foi considerado apto para calcular as doses dentro do campo do feixe de raios X, com um adendo dos autores ao fato de ser criterioso ao especificar a geometria de irradiação.

O estudo de Schultz et al. (2014), estimou as doses efetivas e de órgãos para pacientes pediátricos submetidos a cateterismo cardíaco, e também para o cardiologista responsável. Os autores utilizaram o código MCNPX, considerado por eles mais elaborado do que o PCXMC, porém de uso geral, para estimar a dose do paciente e do cardiologista, enquanto o PCXMC, que é citado como um código de MC rápido e dedicado para dosimetria, foi utilizado apenas para a dose dos pacientes. As doses geradas por cada *software*, para o paciente, foram comparadas entre si e apesar de haver uma considerável diferença entre as doses de órgãos obtidas por cada *software*, os resultados demonstraram uma boa concordância entre os mesmos referente à dose efetiva. Desta forma os autores afirmaram que o *software* PCXMC é uma ferramenta útil para estimar a dose de radiação para pacientes pediátricos submetidos a um cateterismo cardíaco.

O objetivo da pesquisa de Harbron et al. (2020), foi estimar as doses efetivas e de órgãos dos pacientes submetidos a procedimentos de reparo

endovascular de aneurisma, e para tal, utilizaram fantasmas de voxel criados a partir de exames de TC de corpo inteiro. O código de MC principal do estudo foi o MCNPX, reproduzindo 183 procedimentos com 49 ângulos diferentes do feixe de radiação. O *software* PCXMC foi utilizado apenas como comparação. Os resultados demonstraram uma grande diferença entre os *softwares* para procedimentos individuais, no entanto as doses médias foram razoavelmente semelhantes, o que fez com que os autores comentassem que, devido a isso, seria mais adequado utilizar o PCXMC apenas para fins não individuais. Os autores também citaram cinco possíveis motivos para esta diferença em procedimentos individuais, tais como a falta de fantasmas com sexos específicos em PCXMC, a incapacidade de modelar a atenuação diretamente e retroespalhamento em PCXMC, e a diferenças de forma e localização dos órgãos em ambos os *softwares*.

Khelassi-Toutaoui et al. (2008), realizaram uma avaliação experimental da precisão dos *softwares* PCXMC e PREPARE utilizando dosimetria termoluminescente e fantoma. Foram utilizados dosímetros termoluminescentes Lif: Mg, Ti (TLD-100) e Mg, Cu, P (GR-200) em um fantoma Rando-Alderson sem membros para as medidas de dose de órgão no tórax. Os resultados demonstraram que em alguns órgãos em específico a incerteza entre os cálculos e medidas foram bastante distintas, mas em geral houve uma boa concordância entre as doses medidas e as calculadas com os *softwares*, sendo que as do *software* PCXMC se correlacionam melhor com as doses medidas do que o PREPARE, o que pode ser explicado, segundo os autores, pela diferença na maneira do cálculo e dos fantasmas matemáticos de cada *software*. Desta forma, os autores afirmam que o *software* PCXMC foi superior ao PREPARE no estudo realizado.

Oliveira et al. (2011) realizaram comparações entre os *softwares* PCXMC e CALDose\_X com o uso dosímetros termoluminescentes Lif de Mg, Cu e P, e o fantoma Rando-Alderson em exames de tórax. As doses de órgãos medidas foram comparadas com as doses calculadas pelos *softwares*, sendo que na maioria dos casos, houve uma melhor concordância das doses de órgãos medidas com as calculadas com o CALDose\_X, enquanto as do PCXMC mostraram diferenças significativas que não puderam ser explicadas pelos autores, sendo que a concordância entre os *softwares* foi encontrada em apenas 5 dos 20 cálculos de

dose realizados para os órgãos na região do tórax. Os autores sugeriram que a diferença entre os resultados obtidos pelos *softwares* e dosímetros pode ser atribuída às diferenças entre os fantasmas, tais como tamanho, peso e localização dos órgãos.

O estudo de Kellaranta, Toroi e Vock (2016) teve como objetivo determinar o efeito da qualidade do feixe e da espessura do paciente nos fatores de conversão para a dose na mama e no pulmão, em radiografias de tórax pósterio-anterior. Os autores utilizaram o *software* ImpactMC com dados de exames de TC, e o *software* PCXMC com seus fantasmas matemáticos. Foi observado nos resultados uma melhor concordância dos *softwares* em relação as doses para os pulmões, enquanto as doses para mama e pacientes grandes obtiveram uma menor concordância. De toda forma, os autores concluíram que os fatores de conversão de doses para o pulmão e mama de ambos os *softwares* mostraram uma correlação linear significativa com a espessura do paciente, e que os resultados de PCXMC para as diferentes qualidades do feixe de radiação estavam de acordo com os fatores de conversão de dose já publicados na literatura.

Golikov et al. (2018), realizaram uma sequência de experimentos com TLDs e fantasmas em busca de estimar a dose dos órgãos de pacientes que realizaram exames na radiologia convencional de tórax e pelve. Os fantasmas utilizados foram o Rando, para simular pacientes adultos, e o ATOM, simulando um paciente pediátrico de 5 anos. As doses medidas utilizando os TLDs foram posteriormente comparadas com as doses geradas pelos cálculos de PCXMC e EDEREX. Os resultados demonstraram uma concordância de ambos os *softwares* com as medições de TLD, sendo essa concordância maior quando os órgãos estão inteiramente dentro do feixe primário, sendo os cálculos consistentes dentro de 20% de incerteza. Dessa forma, os autores concluem que o uso de simplificações na metodologia de cálculos matemáticos dos *softwares* não está diretamente ligado à perda significativa de precisão da estimativa da dose.

A partir da segunda década após a publicação do primeiro artigo utilizando o *software* PCXMC, em 1998, percebeu-se o surgimento de estudos com o intuito de não apenas utilizar o *software* em suas pesquisas como ferramenta para

estimar as doses, mas também de testar o mesmo e verificar a sua aplicabilidade. Previamente ao ano de 2008, os artigos relatavam brevemente seus resultados realizando comparações com estudos similares, já publicados, ou com valores de dose indicados nas normas e legislações. Entretanto, a partir do referido ano e até o momento da realização da presente pesquisa, observa-se um maior número de artigos publicados cujo foco de estudo é avaliar e testar a aplicabilidade do *software*, por meio de comparações entre o mesmo e outros métodos de estimativa de dose, como o uso de dosímetros e de outros *softwares* destinados ao mesmo fim. Neste mesmo intervalo de tempo (2008-2020), é também perceptível um aumento no número de publicações sobre o PCXMC em geral, tendo seu maior pico no ano de 2018.

## CONCLUSÃO

Os dados apresentados pelos artigos analisados demonstram que, apesar de algumas diferenças entre seus resultados, todos os estudos concordam que o *software* PCXMC é de fácil uso. A quase totalidade dos estudos considera o referido *software* como uma ferramenta útil e adequada para realizar a estimativa da dose efetiva e de órgãos de pacientes de diferentes faixas etárias, nos exames que utilizam radiação X, em diferentes especialidades da radiologia, corroborando assim a aplicabilidade desta ferramenta.

## Referencias

GOLIKOV, V. et al. COMPARATIVE STUDY OF ORGAN DOSES ASSESSMENT FOR PATIENTS UNDERGOING CONVENTIONAL X-RAY EXAMINATIONS: phantom experiments vs. calculations. *Radiation Protection Dosimetry*, [S.L.], v. 178, n. 2, p. 223-234, 10 ago. 2017. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/178/2/223/4080171>. Acesso em: 28 nov. 2020.

HARMER, Hollie; RADFORD, Sally; SMAIL, Mary. FEASIBILITY STUDY OF USING PCXMC 2.0 TO ESTIMATE PATIENT DOSE ARISING FROM DEXA SCANS. *Radiation Protection Dosimetry*, [S.L.], v. 181, n. 4, p. 418-422, 16 mar. 2018. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/181/4/418/4939229>. Acesso em: 28 nov. 2020.

HARBON, Richard W. et al. Patient radiation dose from x-ray guided endovascular aneurysm repair: a monte carlo approach using voxel phantoms and detailed exposure information. *Journal Of Radiological Protection*, [S.L.], v. 40, n. 3, p. 704-726, 30 jul. 2020. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1361-6498/ab944e>. Disponível em: <https://iopscience-iop.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1088/1361-6498/ab944e>. Acesso em: 01 dez. 2020.

KAWASAKI, Toshio et al. ESTIMATION OF ORGAN DOSES AND EFFECTIVE DOSES BASED ON IN-PHANTOM DOSIMETRY FOR PAEDIATRIC DIAGNOSTIC CARDIAC CATHETERISATION. *Radiation Protection Dosimetry*, Yokohama, v. 185, n. 2, p. 215-221, 9 jan. 2019. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/185/2/215/5281156>. Acesso em: 27 nov. 2020.

KELARANTA, A.; TOROI, P.; VOCK, P. Incident air kerma to absorbed organ dose conversion factors for breast and lung in PA thorax radiography: the effect of patient thickness and radiation quality. *Physica Medica*, [S.L.], v. 32, n. 12, p. 1594-1601, dez. 2016. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1120179716310973?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

KHELASSI-TOUTAOUI, N. et al. Experimental evaluation of PCXMC and prepare codes used in conventional radiology. *Radiation Protection Dosimetry*, [S.L.], v. 131, n. 3, p. 374-378, 10 jun. 2008. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/131/3/374/1606837>. Acesso em: 01 dez. 2020.

KIM, Eun-Kyung et al. Estimation of the effective dose of dental cone-beam computed tomography using personal computer-based Monte Carlo software. *Imaging Science In Dentistry*, [S.L.], v. 48, n. 1, p. 21-30, 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5863016/>. Acesso em: 28 nov. 2020.

LEE, Chena et al. Comparison of dosimetry methods for panoramic radiography: thermoluminescent dosimeter measurement versus personal computer::based monte carlo method calculation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology And Oral Radiology*, [S.L.], v. 121, n. 3, p. 322-329, mar. 2016. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S2212440315012936?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

LEE, Chena et al. Dose assessment in dental cone-beam computed tomography: comparison of optically stimulated luminescence dosimetry with monte carlo method. *Plos One*, [S.L.], v. 15, n. 3, p. 1-12, 31 mar. 2020. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0219103>. Acesso em: 28 nov. 2020.

MA, H.; ELBAKRI, I. A.; REED, M. Estimation of organ and effective doses from newborn radiography of the chest and abdomen. *Radiation Protection Dosimetry*, [S.L.], v. 156, n. 2, p. 160-167, 21 mar. 2013. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/156/2/160/1605077>. Acesso em: 01 dez. 2020.

OLIVEIRA, Paulo Márcio Campos de; SQUAIR, Peterson L.; LACERDA, Marco A.; SILVA, Teógenes A. da. Assessment of organ absorbed doses in patients undergoing chest X-ray examinations by Monte Carlo based softwares and phantom dosimetry. *Radiation Measurements*, [S.L.], v. 46, n. 12, p. 2073-2076, dez. 2011. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1350448711003179?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

SCHULTZ, F. W. et al. Monte Carlo calculations for assessment of radiation dose to patients with congenital heart defects and to staff during cardiac catheterizations. *Br J Radiol*, [S.L.], p. 638-647, jan. 2014. Disponível em: <https://www-birpublications.ez130.periodicos.capes.gov.br/doi/pdf/10.1259/bjr/21647806>. Acesso em: 01 dez. 2020.

SMANS, Kristien et al. Calculation of organ doses in x-ray examinations of premature babies. *Medical Physics*, [S.L.], v. 35, n. 2, p. 556-568, 23 jan. 2008. Disponível em: <https://aapm-onlinelibrary-wiley.ez130.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1118/1.2828183>. Acesso em: 01 dez. 2020.



WOOD, T. J. et al. Validation of a technique for estimating organ doses for kilovoltage cone-beam CT of the prostate using the PCXMC 2.0 patient dose calculator. *Journal Of Radiological Protection*, [S.L.], v. 35, n. 1, p. 153-163, 30 jan. 2015. Disponível em: <https://iopscience-iop.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1088/0952-4746/35/1/153>. Acesso em: 28 nov. 2020.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a presente pesquisa foi possível identificar que o *software* PCXMC é bastante difundido em diferentes países, sendo utilizado por diversos pesquisadores para estudar a dose efetiva e nos órgãos de pacientes submetidos a diferentes procedimentos e especialidades da radiologia. Desta forma, inúmeras simulações já foram realizadas com o uso de PCXMC, e o número de publicações sobre o mesmo vem aumentando com o decorrer dos anos.

Por meio dos resultados apresentados constatou-se que o *software* demonstrou ser uma ferramenta útil para estimativa de dose na radiologia médica e odontológica. A facilidade de operação do mesmo, juntamente com o fornecimento dos dados requeridos, de maneira adequada e precisa, entregam ao usuário uma estimativa de dose válida e próxima do real, diminuindo consideravelmente o tempo de pesquisa, quando comparado aos estudos que fazem uso de dosímetros ou fantomas físicos, uma vez que estes últimos não permitem as mesmas modificações no posicionamento das partes anatômicas que o fantoma computacional oferece, por exemplo. Neste sentido, o *software* PCXMC se constitui em uma ferramenta com excelente custo benefício, uma vez em que oferece um fantoma computacional de corpo inteiro, com a opção de remover os membros superiores em caso de incidências laterais, por exemplo, permitindo assim a realização de pesquisas e estimativas de dose em quaisquer partes anatômicas, em pacientes de diferentes faixas etárias, alturas e pesos corporais, eliminando a necessidade da aquisição de vários fantomas físicos para diferentes partes anatômicas ou idades

Dentre todos os artigos lidos e analisados na amostra, não foi encontrado nenhum que demonstrasse o uso do *software* PCXMC para fins didáticos. Ainda assim, com a presente revisão foi possível constatar que o referido *software* aparentar ter grande potencial para demonstração de como a radiação ionizante incide no paciente e qual a dose gerada, demonstrando como um bom posicionamento do feixe e uma colimação adequada podem diminuir a dose nas áreas adjacentes à anatomia examinada, além de outras possíveis utilidades desta ferramenta as quais podem vir a ser exploradas pelo docente.

## REFERÊNCIAS

- ABDELKARIM, Ahmad. Cone-Beam Computed Tomography in Orthodontics. **Dentistry Journal**, [S.L.], v. 7, n. 3, p. 89, 2 set. 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-6767/7/3/89/htm>. Acesso em: 07 dez. 2020.
- CANEVARO, L., 2009. Aspectos físicos e técnicos da Radiologia Intervencionista. Revista Brasileira de Física Médica, v.3, n.1, p. 101-115.
- ABDENNEBI, A. et al. Comparative dose levels between CT-scanner and slot-scanning device (EOS system) in pregnant women pelvimetry. **Physica Medica**, [S.L.], v. 33, p. 77-86, jan. 2017. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1120179716311073?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.
- ABDI, Ahmed Jibril et al. COMPARISON OF RADIATION EXPOSURE TO THE PATIENT AND CONTRAST DETAIL RESOLUTIONS ACROSS LOW DOSE 2D/3D SLOT SCANNER AND TWO CONVENTIONAL DIGITAL RADIOGRAPHY X-RAY IMAGING SYSTEMS. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 185, n. 2, p. 252-265, 27 fev. 2019. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/185/2/252/5365750>. Acesso em: 28 nov. 2020.
- ACHUKA, J. A.; AWEDA, M. A.; USIKALU, M. R. Cancer risks from head radiography procedures. **Iop Conference Series: Earth and Environmental Science**, [S.L.], v. 173, p. 1-8, jul. 2018. Disponível em: <https://iopscience-iop.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1088/1755-1315/173/1/012038/pdf>. Acesso em: 28 nov. 2020.
- ACHUKA, J. A. et al. Assessment of Patient Absorbed Radiation Dose during Hysterosalpingography: a pilot study in southwest nigeria. **Journal Of Biomedical Physics And Engineering**, Osun State, p. 131-140, 31 jul. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.31661/jbpe.v0i0.1054>. Acesso em: 27 nov. 2020.
- AJIBOYE, Norman et al. Unruptured cerebral aneurysms: evaluation and management. **The Scientific World Journal**, v. 2015, 2015.
- ALMUQRIN, Aljawhara H. et al. Organ dose and radiogenic risk in dental cone-beam computed tomography examinations. **Radiation Physics And Chemistry**, [S.L.], v. 176, p. 1-5, nov. 2020. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0969806X19309909?via%3Dihub>. Acesso em: 27 nov. 2020.
- ALVARADO, Rosemerie *et al.* An investigation of image guidance dose for breast radiotherapy. **J Appl Clin Med Phys.**, [S.L.], p. 25-38, maio 2013. Disponível em: <https://www-ncbi-nlm-nih.ez130.periodicos.capes.gov.br/pmc/articles/PMC5714412/>. Acesso em: 01 dez. 2020.
- ALZYOUD, K. et al. Impact of body part thickness on AP pelvis radiographic image quality and effective dose. **Radiography**, [S.L.], v. 25, n. 1, p. 11-17, fev. 2019. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1078817418301949?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

ALQAHTANI, Saeed J M *et al.* Increased radiation dose and projected radiation-related lifetime cancer risk in patients with obesity due to projection radiography. **Journal Of Radiological Protection**, [S.L.], v. 39, n. 1, p. 38-53, 20 dez. 2018. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6498/aaf1dd>. Acesso em: 28 nov. 2020.

APS, J. K. M.; SCOTT, J. M. Oblique lateral radiographs and bitewings; estimation of organ doses in head and neck region with Monte Carlo calculations. **Dentomaxillofacial Radiology**, [S.L.], v. 43, n. 6, p. 1-7, set. 2014. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.ez130.periodicos.capes.gov.br/pmc/articles/PMC4141675/>. Acesso em: 28 nov. 2020.

ARBIQUE, Gary M. *et al.* Radiation exposure during standing voiding cystourethrography in women. **Urology**, [S.L.], v. 67, n. 2, p. 269-274, fev. 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0090429505012100?via%3Dihub>. Acesso em: 01 dez. 2020.

ASTROZA, Gaston M. *et al.* Radiation Exposure in the Follow-Up of Patients with Urolithiasis Comparing Digital Tomosynthesis, Non-Contrast CT, Standard KUB, and IVU. **Journal Of Endourology**, [S.L.], v. 27, n. 10, p. 1187-1191, out. 2013. Disponível em: <https://www.liebertpub-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1089/end.2013.0255>. Acesso em: 28 nov. 2020.

BACCHIM NETO, Fernando A. *et al.* Avaliação da dose na equipe médica durante procedimentos diagnósticos de radiologia intervencionista. **Revista Brasileira de Física Médica**, Botucatu, p. 10-13, 2014.

BALDELLI, P. *et al.* Dose comparison between conventional and quasi-monochromatic systems for diagnostic radiology. **Physics In Medicine And Biology**, [S.L.], v. 49, n. 17, p. 4135-4146, 20 ago. 2004. Disponível em: <https://iopscience-iop.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1088/0031-9155/49/17/021>. Acesso em: 01 dez. 2020.

BARNAOUI, S. *et al.* Local Reference Levels and Organ Doses From Pediatric Cardiac Interventional Procedures. **Pediatric Cardiology**, [S.L.], v. 35, n. 6, p. 1037-1045, 21 mar. 2014. Disponível em: <https://link-springer-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s00246-014-0895-5>. Acesso em: 28 nov. 2020.

BÅTH, Magnus *et al.* Effective dose to patients from chest examinations with tomosynthesis. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], p. 153-158, abr. 2010. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/139/1-3/153/1602719>. Acesso em: 01 dez. 2020.

BEN-SHLOMO, Avi *et al.* Effective dose reduction in spine radiographic imaging by choosing the less radiation-sensitive side of the body. **The Spine Journal**, [S.L.], v. 16, n. 4, p. 558-563, abr. 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1529943015017957?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

BERNER, K. *et al.* Dose optimisation of double-contrast barium enema examinations. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 139, n. 1-3, p. 388-392, 15 mar. 2010. Disponível em: <https://academic-oup->

com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/139/1-3/388/1602750. Acesso em: 01 dez. 2020

BOGAERT, E.; BACHER, K.; THIERENS, H. A large-scale multicentre study in Belgium of dose area product values and effective doses in interventional cardiology using contemporary X-ray equipment. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 128, n. 3, p. 312-323, 12 jul. 2007. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/128/3/312/1599746>. Acesso em: 01 dez. 2020.

BOGAERT, E.; BACHER, K.; THIERENS, H. Interventional cardiovascular procedures in Belgium: effective dose and conversion factors. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 129, n. 1-3, p. 77-82, 18 fev. 2008. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/129/1-3/77/1638758>. Acesso em: 01 dez. 2020.

BONILHA, Heather Shaw et al. Estimating Thyroid Doses From Modified Barium Swallow Studies. **Health Physics**, [S.L.], v. 115, n. 3, p. 360-368, set. 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6634296/>. Acesso em: 28 nov. 2020.

BORREGO, David et al. Assessment of PCXMC for patients with different body size in chest and abdominal x ray examinations: a monte carlo simulation study. **Physics In Medicine & Biology**, [S.L.], v. 63, n. 6, p. 1-26, 21 mar. 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6376487/>. Acesso em: 28 nov. 2020.

BRAMBILLA, M. et al. Conversion factors for effective dose and organ doses with the air kerma area product in patients undergoing percutaneous transhepatic biliary drainage and trans arterial chemoembolization. **Physica Medica**, Novara, v. 72, p. 7-15, abr. 2020. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1120179720300570?via%3Dihub>. Acesso em: 27 nov. 2020.

BUYTAERT, Dimitri; VANDEKERCKHOVE, Kristof; PANZER, Joseph; RUBBENS, Lukas; WOLF, Daniël de; BACHER, Klaus. Local DRLs and automated risk estimation in paediatric interventional cardiology. **Plos One**, Ghent, v. 14, n. 7, p. 1-16, 31 jul. 2019. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0220359>. Acesso em: 27 nov. 2020.

CHAN, Charles T.P.; FUNG, Karl K.L. Dose Optimization in Lumbar Spine Radiographic Examination by Air Gap Method at CR and DR Systems: a phantom study. **Journal Of Medical Imaging And Radiation Sciences**, [S.L.], v. 46, n. 1, p. 65-77, mar. 2015. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1939865414002173?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

CORNETTO, Andrea Peruzzo et al. Interventional Radiology at a Single Institution over 9 Years: a comprehensive evaluation of procedures and an estimation of collective effective dose. **Journal Of Vascular And Interventional Radiology**, [S.L.], v. 23, n. 12, p. 1665-1675, dez. 2012. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1051044312009074?via%3Dihub>. Acesso em: 01 dez. 2020.

D'ALESSIO, Daniela *et al.* Dose evaluation for skin and organ in hepatocellular carcinoma during angiographic procedure. **Journal Of Experimental & Clinical Cancer Research**, [S.L.], v. 32, n. 1, p. 1-12, 25 out. 2013. Disponível em: <https://jeccr.biomedcentral.com.ez130.periodicos.capes.gov.br/articles/10.1186/1756-9966-32-81>. Acesso em: 28 nov. 2020.

DATZ, H. *et al.* The additional dose to radiosensitive organs caused by using under-collimated X-ray beams in neonatal intensive care radiography. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 130, n. 4, p. 518-524, 28 mar. 2008. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/130/4/518/1620826>. Acesso em: 01 dez. 2020

DAUER, Lawrence T. *et al.* Organ and effective dose estimates for patients undergoing hepatic arterial embolization for treatment of liver malignancy. **Medical Physics**, [S.L.], v. 38, n. 2, p. 736-742, 13 jan. 2011. Disponível em: <https://aapm-onlinelibrary-wiley.ez130.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1118/1.3533685>. Acesso em: 01 dez. 2020.

DAVEY, Enda; ENGLAND, Andrew. AP versus PA positioning in lumbar spine computed radiography: image quality and individual organ doses. **Radiography**, [S.L.], v. 21, n. 2, p. 188-196, maio 2015. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1078817414001497?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

Dental Stilo. **I-Cat Equipamento de Tomografia Computadorizada 3D tipo Cone Beam para Odontologia**. Disponível em: <https://www.dentalstilo.com.br/produto/i-cat-equipamento-de-tomografia-computadorizada-3d-tipo-cone-beam-para-odontologia/23530>. Acesso em: 07 dez. 2020.

DRAGUSIN, O. *et al.* Radiation dose survey in a paediatric cardiac catheterisation laboratory equipped with flat-panel detectors. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 129, n. 1-3, p. 91-95, 18 fev. 2008. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/129/1-3/91/1639409>. Acesso em: 01 dez. 2020.

EKPO, Ernest U.; HOBAN, Alishja C.; MCENTEE, Mark F. Optimisation of direct digital chest radiography using Cu filtration. **Radiography**, [S.L.], v. 20, n. 4, p. 346-350, nov. 2014. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1078817414001011?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

ELBAKRI, I. A. Estimation of dose-area product-to-effective dose conversion factors for neonatal radiography using PCXMC. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 158, n. 1, p. 43-50, 28 jul. 2013. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/158/1/43/1618600>. Acesso em: 28 nov. 2020.

FINLÂNDIA. STUK. **STUK is Radiation and Nuclear Safety Authority in Finland**. 2020. Disponível em: <https://www.stuk.fi/web/en/frontpage>. Acesso em: 17 set. 2020.

GARIB, Daniela Gamba; RAYMUNDO JUNIOR, Rubens; RAYMUNDO, Melissa Vasconcellos; RAYMUNDO, Denys Vasconcellos; FERREIRA, Sandrina Niza. Tomografia

computadorizada de feixe cônico (Cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na ortodontia. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, [S.l.], v. 12, n. 2, p. 139-156, abr. 2007. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-54192007000200018](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-54192007000200018). Acesso em: 26 nov. 2020.

GEIJER, Håkan; PERSLIDEN, Jan. Varied tube potential with constant effective dose at lumbar spine radiography using a flat-panel digital detector. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 114, n. 1-3, p. 240-245, 17 maio 2005. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/114/1-3/240/1595604>. Acesso em: 28 nov. 2020.

GIARENIS, Ilias et al. Radiation exposure during videourodynamics in women. **International Urogynecology Journal**, Londres, v. 24, n. 9, p. 1547-1551, 22 fev. 2013. Disponível em: <https://link-springer-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s00192-013-2062-6>. Acesso em: 01 dez. 2020.

GOLIKOV, V. et al. COMPARATIVE STUDY OF ORGAN DOSES ASSESSMENT FOR PATIENTS UNDERGOING CONVENTIONAL X-RAY EXAMINATIONS: phantom experiments vs. calculations. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 178, n. 2, p. 223-234, 10 ago. 2017. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/178/2/223/4080171>. Acesso em: 28 nov. 2020.

GREEN, Christopher et al. Lumbar spine radiographs — is it time for widespread adoption of posteroanterior projection? **The British Journal Of Radiology**, [S.L.], v. 92, n. 1103, p. 1-6, nov. 2019. Disponível em: [https://www-birpublications.ez130.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1259/bjr.20190386?url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr\\_dat=cr\\_pub++0pubmed](https://www-birpublications.ez130.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1259/bjr.20190386?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr_dat=cr_pub++0pubmed). Acesso em: 28 nov. 2020.

GREWAL, Rk *et al.* Digital chest radiography image quality assessment with dose reduction. **Australas Phys Eng Sci Med**, [S.L.], p. 71-80, fev. 2012. Disponível em: <https://link-springer-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s13246-012-0125-5>. Acesso em: 01 dez. 2020.

GYEKYE, Princek et al. Cancer incidence risks to patients due to hysterosalpingography. **Journal Of Medical Physics**, [S.L.], v. 37, n. 2, p. 112-116, 2012. Disponível em: <https://www-ncbi-nlm-nih.ez130.periodicos.capes.gov.br/pmc/articles/PMC3339143/>. Acesso em: 01 dez. 2020.

GYEKYE, P. K. et al. Patient dose assessment due to fluoroscopic exposure for some selected fluoroscopic procedures in Ghana. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 136, n. 3, p. 203-208, 1 set. 2009. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/136/3/203/1598986>. Acesso em: 28 nov. 2020.

GYEKYE, Princek K. et al. Radiation dose estimation of patients undergoing lumbar spine radiography. **Journal Of Medical Physics**, [S.L.], v. 38, n. 4, p. 185-188, 2013. Disponível em: <https://www-ncbi-nlm-nih.ez130.periodicos.capes.gov.br/pmc/articles/PMC3958998/>. Acesso em: 28 nov. 2020.

HAMADA, Keisuke et al. Examination of a dose evaluation method for floor-mounted kV X-ray image-guided radiation therapy systems. **Radiological Physics And Technology**, Fukuoka, v. 13, n. 3, p. 288-295, 8 jun. 2020. Disponível em: <https://link-springer-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s12194-020-00570-7>. Acesso em: 27 nov. 2020.

HAMPEL, Jodie Rebecca; PASCOAL, Ana. Comparison and optimization of imaging techniques in suspected physical abuse paediatric radiography. **The British Journal Of Radiology**, [S.L.], p. 1-9, 18 jan. 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5965489/>. Acesso em: 28 nov. 2020.

HANSEN, Jolanta et al. Optimisation of scoliosis examinations in children. **Pediatric Radiology**, [S.L.], v. 33, n. 11, p. 752-765, 1 nov. 2003. Disponível em: <https://link-springer-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007%2Fs00247-003-1015-5>. Acesso em: 28 nov. 2020.

HARBON, Richard W. et al. Patient radiation dose from x-ray guided endovascular aneurysm repair: a monte carlo approach using voxel phantoms and detailed exposure information. **Journal Of Radiological Protection**, [S.L.], v. 40, n. 3, p. 704-726, 30 jul. 2020. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1361-6498/ab944e>. Disponível em: <https://iopscience-iop.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1088/1361-6498/ab944e>. Acesso em: 01 dez. 2020.

HARMER, Hollie; RADFORD, Sally; SMAIL, Mary. FEASIBILITY STUDY OF USING PCXMC 2.0 TO ESTIMATE PATIENT DOSE ARISING FROM DEXA SCANS. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 181, n. 4, p. 418-422, 16 mar. 2018. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/181/4/418/4939229>. Acesso em: 28 nov. 2020.

HE, W. et al. Patient doses and projection angle in cone beam CT. **Med Phys**, [s. l.], v. 37, n. 5, p. 2359-2368, abr. 2010. Disponível em: <https://aapm-onlinelibrary-wiley.ez130.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1118/1.3397458>. Acesso em: 01 dez. 2020.

HE, W. et al. X-ray tube current modulation and patient doses in chest CT. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 143, n. 1, p. 81-87, 9 nov. 2010. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/143/1/81/1686235>. Acesso em: 01 dez. 2020.

HENNELLY, Kara e et al. Pediatric traumatic brain injury and radiation risks: a clinical decision analysis. **J Pediatr**, p. 392-397, fev. 2013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22921827/>. Acesso em: 01 out. 2020.

HOFF, Gabriela et al. Ferramenta computacional para avaliação de kerma no ar em aplicações de radioproteção em áreas de internação de pacientes: proposição de um método simples para avaliação experimental. **Radiologia Brasileira**, [s.l.], v. 45, n. 2, p.71-81, abr. 2012.

HUI, Steve C. N. et al. Radiation dose of digital radiography (DR) versus micro-dose x-ray (EOS) on patients with adolescent idiopathic scoliosis: 2016 sosort- irssd .:john seavastic award:: winner in imaging research. **Scoliosis And Spinal Disorders**, [S.L.], v. 11, n. 1,



p. 1-8, dez. 2016. Disponível em:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5198497/>. Acesso em: 28 nov. 2020.

HWANG, Yi-Shuan et al. Radiation dose for pediatric scoliosis patients undergoing whole spine radiography: effect of the radiographic length in an auto-stitching digital radiography system. **European Journal Of Radiology**, [S.L.], v. 108, p. 99-106, nov. 2018. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0720048X1830319X?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

JACOBONI, Carlo; LUGLI, Paolo. **The Monte Carlo Method for Semiconductor Device Simulation**. New York: Springer Science & Business Media, 2012.

JONES A. et al. Optimization of image quality and patient dose in radiographs of paediatric extremities using direct digital radiography. **The British Journal Of Radiology**, [S.L.], v. 88, n. 1050, p. 1-10, jun. 2015. Disponível em: <https://www-ncbi-nlm-nih.ez130.periodicos.capes.gov.br/pmc/articles/PMC4628445/>. Acesso em: 28 nov. 2020.

JUNGI, Rosemari; ATALLAH, Álvaro Nagib. Tomografia computadorizada e risco de neoplasias. **Diagn Tratamento**, São Paulo, p. 56-61, 2017. Disponível em: [https://portallucykerr.com/wp-content/uploads/2020/01/rdt\\_v22n2\\_57-62.pdf](https://portallucykerr.com/wp-content/uploads/2020/01/rdt_v22n2_57-62.pdf). Acesso em: 01 out. 2020.

KALOS, Malvin H.; WHITLOCK, Paula A. **Monte Carlos Methods**. 2. ed. Weinheim: Wiley-Vch, 2008.

KARAMBATSAKIDOU, Angeliki et al. Age-specific and gender-specific radiation risks in paediatric angiography and interventional cardiology: conversion coefficients and risk reference values. **The British Journal Of Radiology**, Estocolmo, v. 93, n. 1110, p. 1-12, jun. 2020. Disponível em: <https://www-birpublications.ez130.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1259/bjr.20190869>. Acesso em: 27 nov. 2020.

KARIM, M K; RAHIM, N; MUSTAFA, S N; SABARUDIN; IBAHIM, M J. Assessment of radiation effective dose from lung cancer screening pilot project in Institut Kanser Negara: a preliminary finding. **Journal Of Physics: Conference Series**, [S.L.], p. 1-6, jun. 2019. Disponível em: <https://iopscience-iop.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1088/1742-6596/1248/1/012012/pdf>. Acesso em: 27 nov. 2020.

KAWASAKI, T. et al. Organ dose and effective dose estimation in paediatric chest radiographic examinations by using pin silicon photodiode dosimeters. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 154, n. 3, p. 314-319, 26 set. 2012. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/154/3/314/1597286>. Acesso em: 01 dez. 2020.

KAWASAKI, Toshio et al. ESTIMATION OF ORGAN DOSES AND EFFECTIVE DOSES BASED ON IN-PHANTOM DOSIMETRY FOR PAEDIATRIC DIAGNOSTIC CARDIAC CATHETERISATION. **Radiation Protection Dosimetry**, Yokohama, v. 185, n. 2, p. 215-221, 9 jan. 2019. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/185/2/215/5281156>. Acesso em: 27 nov. 2020.

KELARANTA, A.; TOROI, P.; VOCK, P. Incident air kerma to absorbed organ dose conversion factors for breast and lung in PA thorax radiography: the effect of patient thickness and radiation quality. **Physica Medica**, [S.L.], v. 32, n. 12, p. 1594-1601, dez. 2016. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1120179716310973?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

KEUM, Mihyun et al. Evaluation of effective dose conversion coefficients for Korean adults during medical x-ray examinations up to 150 keV through comparison with ICRP Publication 74 and ICRP Publication 116. **Journal Of Radiological Protection**, [S.L.], v. 34, n. 1, p. 191-199, 17 jan. 2014. Disponível em: <https://iopscience-iop.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1088/0952-4746/34/1/191>. Acesso em: 28 nov. 2020.

KHELASSI-TOUTAOUI, N. et al. Experimental evaluation of PCXMC and prepare codes used in conventional radiology. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 131, n. 3, p. 374-378, 10 jun. 2008. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/131/3/374/1606837>. Acesso em: 01 dez. 2020.

KIM, Eun-Kyung et al. Estimation of the effective dose of dental cone-beam computed tomography using personal computer-based Monte Carlo software. **Imaging Science In Dentistry**, [S.L.], v. 48, n. 1, p. 21-30, 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5863016/>. Acesso em: 28 nov. 2020.

KOIVISTO, J. et al. Assessment of radiation exposure in dental cone-beam computerized tomography with the use of metal-oxide semiconductor field-effect transistor (MOSFET) dosimeters and Monte Carlo simulations. **Oral And Maxillofacial Radiology**, [S.L.], p. 392-400, set. 12. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S2212440312004324?via%3Dihub>. Acesso em: 01 dez. 2020.

LACERDA, Marco Aurélio de Sousa et al. Radioproteção, dose e risco em exames radiográficos nos seios da face de crianças, em hospitais de Belo Horizonte, MG. **Radiologia Brasileira**, [S.L.], v. 40, n. 6, p. 409-413, dez. 2007. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-39842007000600010&lng=pt&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-39842007000600010&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 28 nov. 2020.

LACERDA, Marco Aurélio de Sousa et al. Riscos dos exames radiográficos em recém-nascidos internados em um hospital público de Belo Horizonte, MG. **Radiologia Brasileira**, [S.L.], v. 41, n. 5, p. 325-329, out. 2008. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-39842008000500011&lng=pt&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-39842008000500011&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 28 nov. 2020.

LADIA, A.; MESSARIS, G.; DELIS, H.; PANAYIOTA KIS, G. Organ dose and risk assessment in paediatric radiography using the PCXMC 2.0. **Journal Of Physics: Conference Series**, [S.L.], v. 637, p. 1-4, 16 set. 2015. Disponível em: <https://iopscience-iop.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1088/1742-6596/637/1/012014/pdf>. Acesso em: 28 nov. 2020.

LADIA, Arsenoi P. et al. The effect of increased body mass index on patient dose in paediatric radiography. **European Journal Of Radiology**, [S.L.], v. 85, n. 10, p. 1689-1694, out. 2016. Disponível em: <https://www->

sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0720048X16302194?via%3Dihub. Acesso em: 28 nov. 2020.

LAHHAM, Adnan; ISSA, Ahlam; ALMASRI, Hussein. PATIENT RADIATION DOSE FROM CHEST X-RAY EXAMINATIONS IN THE WEST BANK—PALESTINE. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 178, n. 3, p. 298-303, 22 ago. 2017. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/178/3/298/4091106>. Acesso em: 28 nov. 2020.

LAI, Zer Hau; REIS, Cláudia Sá dos; SUN, Zhonghua. Effective dose and image optimisation of lateral lumbar spine radiography: a phantom study. **European Radiology Experimental**, [S.L.], v. 4, n. 1, p. 1-9, 13 fev. 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7018898/>. Acesso em: 28 nov. 2020.

LANÇA, Luís et al. 10 kVp rule – An anthropomorphic pelvis phantom imaging study using a CR system: impact on image quality and effective dose using aec and manual mode. **Radiography**, [S.L.], v. 20, n. 4, p. 333-338, nov. 2014. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1078817414000546?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

LAU, Kyk *et al.* Cumulative Radiation Dose from Radiography in Preterm Infants during Hospitalisation. **Hong Kong Journal Of Radiology**, [S.L.], p. 183-191, 29 set. 2016. Disponível em: <https://www.hkjr.org/article/v19n3/cumulative>. Acesso em: 28 nov. 2020.

LAW, Martin et al. Cumulative radiation exposure and associated cancer risk estimates for scoliosis patients: impact of repetitive full spine radiography. **European Journal Of Radiology**, [S.L.], v. 85, n. 3, p. 625-628, mar. 2016. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0720048X15302163?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

LAW, Martin et al. Cumulative Effective Dose and Cancer Risk of Pediatric Population in Repetitive Whole-Body Scan Using Dual-Energy X-Ray Absorptiometry. **Journal Of Clinical Densitometry**, [S.L.], v. 22, n. 1, p. 52-58, jan. 2019. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1094695017301294?via%3Dihub#!>. Acesso em: 27 nov. 2020

LAW, Martin et al. Cumulative effective dose and cancer risk for pediatric population in repetitive full spine follow-up imaging: how micro dose is the eos microdose protocol?. **European Journal Of Radiology**, [S.L.], v. 101, p. 87-91, abr. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2018.02.015>. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0720048X18300536?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

LAW, Martin et al. Evaluation of cumulative effective dose and cancer risk from repetitive full spine imaging using EOS system: impact to adolescent patients of different populations. **European Journal Of Radiology**, [S.L.], v. 96, p. 1-5, nov. 2017. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0720048X17303649?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

LEE, Chena *et al.* Comparison of dosimetry methods for panoramic radiography: thermoluminescent dosimeter measurement versus personal computer-based monte carlo method calculation. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology And Oral Radiology**, [S.L.], v. 121, n. 3, p. 322-329, mar. 2016. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S2212440315012936?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

LEE, Chena *et al.* Dose assessment in dental cone-beam computed tomography: comparison of optically stimulated luminescence dosimetry with monte carlo method. **Plos One**, [S.L.], v. 15, n. 3, p. 1-12, 31 mar. 2020. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0219103>. Acesso em: 28 nov. 2020.

LEE, Chih-I.; MCLEAN, Donald; ROBINSON, John. Measurement of effective dose for paediatric scoliotic patients. **Radiography**, [S.L.], v. 11, n. 2, p. 89-97, maio 2005. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S107881740400104X?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

LINDFORS, Ninita *et al.* Influence of patient position and other inherent factors on image quality in two different cone beam computed tomography (CBCT) devices. **European Journal Of Radiology Open**, [S.L.], v. 4, p. 132-137, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5675893/>. Acesso em: 28 nov. 2020.

LIMA, Rodrigo da Silva *et al.* Raios-x: fascinação, medo e ciência. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 263-270, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/qn/v32n1/v32n1a44.pdf>. Acesso em: 07 dez. 2020.

LONGO, Mariaconcetta *et al.* Non-vascular interventional procedures: effective dose to patient and equivalent dose to abdominal organs by means of dicom images and monte carlo simulation. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 168, n. 4, p. 509-515, 25 jul. 2015. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/168/4/509/2375118>. Acesso em: 28 nov. 2020.

MA, H.; ELBAKRI, I. A.; REED, M. Estimation of organ and effective doses from newborn radiography of the chest and abdomen. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 156, n. 2, p. 160-167, 21 mar. 2013. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/156/2/160/1605077>. Acesso em: 01 dez. 2020.

MACIAS-CHAPULA, Cesar A. O papel da informetria e da cienciometria e sua perspectiva nacional e internacional. **Ci. Inf**, Brasília, p. 134-140, maio 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ci/v27n2/macias.pdf>. Acesso em: 17 set. 2020.

MEDEIROS, Caroline de; SILVA, Charlene da; MARTIO, Cleiton Mesquita; RIBEIRO, Renata Pietsch. Tomografia Computadorizada. In: DOROW, Patricia Fernanda; MEDEIROS, Caroline de (org.). **Proteção radiológica no diagnóstico e terapia**. Florianópolis: Publicação do IFSC, 2019.

MENDES, Karina dal Sasso; SILVEIRA, Renata Cristina de Campos Pereira; GALVÃO, Cristina Maria. REVISÃO INTEGRATIVA: MÉTODO DE PESQUISA PARA A INCORPORAÇÃO DE EVIDÊNCIAS NA SAÚDE E NA ENFERMAGEM. **Contexto**

**Enferm**, Florianópolis, p. 758-764, nov. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/tce/v17n4/18.pdf>. Acesso em: 17 set. 2020.

MINDERHOUD, Savine C. S. et al. Dramatic Dose Reduction in Three-Dimensional Rotational Angiography After Implementation of a Simple Dose Reduction Protocol. **Pediatric Cardiology**, [S.L.], v. 39, n. 8, p. 1635-1641, 3 ago. 2018. Disponível em: <https://link-springer-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s00246-018-1943-3>. Acesso em: 27 nov. 2020.

MIRDORAGHI, Mohammad; BANAEI, Amin; ASL, Jafar Fatahi. Data on the estimating the risk of cancer due to some common radiographs in Tehran city. **Data In Brief**, [S.L.], v. 20, p. 1269-1273, out. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352340918310680?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

MOGAADI, M.; OMRANE, L. Ben; HAMMOU, A. Effective dose for scoliosis patients undergoing full spine radiography. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 149, n. 3, p. 297-303, 7 jul. 2011. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/149/3/297/1602928>. Acesso em: 01 dez. 2020.

NAUER, C.B. *et al.* Effective Doses from Scan Projection Radiographs of the Head: Impact of Different Scanning Practices and Comparison with Conventional Radiography. **Ajnr Am J Neuroradiol**, [s. l.], p. 155-159, jan. 2009. Disponível em: <https://www.ncbi-nlm-nih.ez130.periodicos.capes.gov.br/pmc/articles/PMC7051712/>. Acesso em: 01 dez. 2020.

NEMATOLLAH, H.; HADDADI, G. H.; JORAT, M. The Effect of Vitamin C on Apoptosis and Bax/Bcl-2 Proteins Ratio in Peripheral Blood Lymphocytes of Patients during Cardiac Interventional Procedures. **J Biomed Phys Eng.**, [S.L.], p. 421-432, ago. 2020. Disponível em: <https://www.ncbi-nlm-nih.ez130.periodicos.capes.gov.br/pmc/articles/PMC7416102/>. Acesso em: 01 dez. 2020.

NELSON, Geoff et al. Patient dose simulations for scanning-beam digital x-ray tomosynthesis of the lungs. **Medical Physics**, [S.L.], v. 40, n. 11, p. 1-11, 23 out. 2013. Disponível em: <https://www.ncbi-nlm-nih.ez130.periodicos.capes.gov.br/pmc/articles/PMC3820627/>. Acesso em: 28 nov. 2020.

NGAILE, J.e. et al. Estimation of equivalent organ and effective doses to patients undergoing coronary angiography and percutaneous coronary intervention procedures using Monte Carlo simulation. **Radiation Physics And Chemistry**, Arusha, v. 168, p. 1-12, mar. 2020. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0969806X19304864?via%3Dihub>. Acesso em: 27 nov. 2020.

NGAILE, J.e.; MSAKI, P.K.; KAZEMA, R.R. Monte Carlo based estimation of organ and effective doses to patients undergoing hysterosalpingography and retrograde urethrography fluoroscopy procedures. **Radiation Physics And Chemistry**, Dar Es Salaam, v. 145, p. 148-159, abr. 2018. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0969806X17302554?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

OLGAR, T.; SAHMARAN, T. ESTABLISHMENT OF RADIATION DOSES FOR PEDIATRIC X-RAY EXAMINATIONS IN A LARGE PEDIATRIC HOSPITAL IN TURKEY. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 176, n. 3, p. 302-308, 25 fev. 2017. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/176/3/302/3053129>. Acesso em: 28 nov. 2020.

OLIVEIRA, Paulo Márcio Campos de; SQUAIR, Peterson L.; LACERDA, Marco A.; SILVA, Teógenes A. da. Assessment of organ absorbed doses in patients undergoing chest X-ray examinations by Monte Carlo based softwares and phantom dosimetry. **Radiation Measurements**, [S.L.], v. 46, n. 12, p. 2073-2076, dez. 2011. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1350448711003179?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020

OLIVERIA, Sidnei Santos de. **A língua da ciência**. 2019. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/a-lingua-da-ciencia/>. Acesso em: 23 dez. 2020.

OLIVEIRA, Vânia Lucia Soares de. **VALIDAÇÃO E APLICAÇÃO DA METODOLOGIA COMPUTACIONAL PCXMC® PARA MEDIDA DE DOSE EM PACIENTES SUBMETIDOS A EXAMES DE RAIOSX MÉDICO CONVENCIONAL**". 2009. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ciências e Técnicas Nucleares, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

PARMAKS, A. et al. Unintentional irradiation of conceptus by diagnostic imaging examinations in Turkey. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 162, n. 3, p. 322-328, 14 nov. 2013. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/162/3/322/1607909>. Acesso em: 28 nov. 2020.

PASCOAL, A. et al. Chest radiography: a comparison of image quality and effective dose using four digital systems. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 114, n. 1-3, p. 273-277, 17 maio 2005. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/114/1-3/273/1596246>. Acesso em: 28 nov. 2020.

PETERS, M.; KRINGS, G.; KOSTER, M.; MOLENSCHOT, M.; FREUND, M. W.; BREUR, J. M. P. J. Effective radiation dosage of three-dimensional rotational angiography in children. **Europace**, [S.L.], v. 17, n. 4, p. 611-616, 28 ago. 2014. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/europace/article/17/4/611/2466187>. Acesso em: 28 nov. 2020.

PIMENTA, Alcineide Aguiar *et al.* A BIBLIOMETRIA NAS PESQUISAS ACADÊMICAS. **Scientia**, p. 1-13, 2017. Disponível em: [https://flucianofeijao.com.br/novo/wp-content/uploads/2017/12/EDUCAR\\_PARA\\_A\\_CIDADANIA\\_FINANCEIRA.pdf](https://flucianofeijao.com.br/novo/wp-content/uploads/2017/12/EDUCAR_PARA_A_CIDADANIA_FINANCEIRA.pdf). Acesso em: 17 set. 2020.

PODNIKS, E. C.; NEGUS, I. s. Practical patient dosimetry for partial rotation cone beam CT. **Br J Radiol**, [S.L.], p. 161-167, 2012. Disponível em: <https://www-ncbi-nlm-nih.ez130.periodicos.capes.gov.br/pmc/articles/PMC3473941/pdf/bjr-85-161.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2020.

POLETTI, J. L.; MCLEAN, D. The effect of source to image-receptor distance on effective dose for some common X-ray projections. **The British Journal Of Radiology**, [S.L.], v. 78, n. 933, p. 810-815, set. 2005. Disponível em: [https://www-birpublications.ez130.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1259/bjr/74823655?url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr\\_dat=cr\\_pub++0pubmed](https://www-birpublications.ez130.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1259/bjr/74823655?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr_dat=cr_pub++0pubmed). Acesso em: 01 dez. 2020.

POLETTI, J. The effect of source to image distance on radiation risk to the patient. **Australas Phys Eng Sci Med.**, [S.L.], p. 1-5, set. 2003. Disponível em: <https://link-springer-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/BF03178779>. Acesso em: 01 dez. 2020.

RAMPADO, Osvaldo et al. Evaluation of various approaches for assessing dose indicators and patient organ doses resulting from radiotherapy cone-beam CT. **Medical Physics**, [S.L.], v. 43, n. 5, p. 2515-2526, 26 abr. 2016. Disponível em: <https://aapm-onlinelibrary-wiley.ez130.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1118/1.4947129>. Acesso em: 28 nov. 2020.

REIS, Cláudia et al. Image quality and dose analysis for a PA chest X-ray: comparison between aec mode acquisition and manual mode using the 10 kvp rule. **Radiography**, [S.L.], v. 20, n. 4, p. 339-345, nov. 2014. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1078817414000662?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

RODRIGUES, Marcus Gustavo Silva et al. Tomografia computadorizada por feixe cônico: formação da imagem, indicações e critérios para prescrição. **Odontol. Clín.-Cient**, São Paulo, p. 115-118, jun. 2010. Disponível em: <http://revodonto.bvsalud.org/pdf/occ/v9n2/a05v9n2.pdf>. Acesso em: 03 out. 2020.

SALATA, Camila et al. Simulação computacional de um feixe de fótons de 6 MV em diferentes meios heterogêneos utilizando o código PENELOPE. **Radiologia Brasileira**, Rj, p. 249-253, ago. 2009. Disponível em: [http://novo.more.ufsc.br/artigo\\_revista/inserir\\_artigo\\_revista](http://novo.more.ufsc.br/artigo_revista/inserir_artigo_revista). Acesso em: 17 set. 2020.

SCHULTZ, F. W. et al. Monte Carlo calculations for assessment of radiation dose to patients with congenital heart defects and to staff during cardiac catheterizations. **Br J Radiol**, [S.L.], p. 638-647, jan. 2014. Disponível em: <https://www-birpublications.ez130.periodicos.capes.gov.br/doi/pdf/10.1259/bjr/21647806>. Acesso em: 01 dez. 2020.

SEIDENBUSCH, Michael C. et al. Conversion factors for determining organ doses received by paediatric patients in high-resolution single slice computed tomography with narrow collimation. **Zeitschrift Für Medizinische Physik**, [S.L.], v. 24, n. 2, p. 123-137, maio 2014. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0939388914000245?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

SEIDENBUSCH, Michael C.; SCHNEIDER, Karl. Conversion coefficients for determining organ doses in paediatric pelvis and hip joint radiography. **Pediatric Radiology**, [S.L.], v. 44, n. 9, p. 1110-1123, 8 maio 2014. Disponível em: <https://link-springer-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s00247-014-2962-8>. Acesso em: 28 nov. 2020.

SEIDENBUSCH, Michael; SCHNEIDER, Karl. Conversion coefficients for determining organ doses in paediatric spine radiography. **Pediatric Radiology**, [S.L.], v. 44, n. 4, p. 434-456, 9 fev. 2014. Disponível em: <https://link-springer-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007%2Fs00247-013-2853-4>. Acesso em: 28 nov. 2020.

SEMERARO, Vittorio; SUSAC, Ana; MORASCA, Andrea; D'ANTONIO, Francesco; BELLI, Anna-Maria. Foetal Radiation Dose During Prophylactic Occlusion Balloon Placement for Morbidly Adherent Placenta. **Cardiovascular And Interventional Radiology**, Roma, v. 38, n. 6, p. 1487-1493, 23 abr. 2015. Disponível em: <https://link-springer-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s00270-015-1102-7>. Acesso em: 28 nov. 2020.

SEO, Deoknam et al. Evaluation based on Monte Carlo simulation of lifetime attributable risk of cancer after neck X-ray radiography. **La Radiologia Medica**, [S.L.], v. 120, n. 11, p. 1043-1049, 29 abr. 2015. Disponível em: <https://link-springer-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s11547-015-0543-z>. Acesso em: 28 nov. 2020.

SERVOMAA, A.; TAPIOVAARA, M. Organ Dose Calculation in Medical X Ray Examinations by the Program PCXMC. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 80, n. 1, p. 213-219, 1 nov. 1998. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/80/1-3/213/1665153>. Acesso em: 01 dez. 2020.

SESAB. **Governo entrega novo aparelho de tomografia computadorizada para Teixeira de Freitas**. 2020. Disponível em: <http://www.saude.ba.gov.br/2020/06/15/governo-entrega-novo-aparelho-de-tomografia-computadorizada-para-teixeira-de-freitas/>. Acesso em: 07 dez. 2020.

SHAMSI, Khatereh et al. Evaluation of effective dose and entrance skin dose in digital radiology. **Polish Journal Of Medical Physics And Engineering**, Babol, v. 26, n. 2, p. 119-125, 1 jun. 2020. Disponível em: [https://content.sciendo.com/configurable/contentpage/journals\\$002fpjpmpe\\$002f26\\$002f2\\$002farticle-p119.xml#d13151879e141](https://content.sciendo.com/configurable/contentpage/journals$002fpjpmpe$002f26$002f2$002farticle-p119.xml#d13151879e141). Acesso em: 27 nov. 2020.

SHARMA, Jibon; SARMA, Jogesh; AGARWAL, Sushant. Assessment of diagnostic reference level in radiography of neonatal chest anteroposterior examination: a hospital-based study. **Journal Of Medical Physics**, [S.L.], v. 43, n. 3, p. 1-8, 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6172858/>. Acesso em: 28 nov. 2020.

SILVA, M. A. *et al.* Cone-beam computed tomography for routine orthodontic treatment planning: a radiation dose evaluation. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, [s.], p. 640, mar. 2008.

SMANS, Kristien et al. Calculation of organ doses in x-ray examinations of premature babies. **Medical Physics**, [S.L.], v. 35, n. 2, p. 556-568, 23 jan. 2008. Disponível em: <https://aapm-onlinelibrary-wiley.ez130.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1118/1.2828183>. Acesso em: 01 dez. 2020.

SOARES, Flavio Augusto Penna; LOPES, Henrique Batista M. **Radiodiagnóstico: Fundamentos Físicos**. Florianópolis: Insular, 2003. 88 p.



SOARES, Júlio César de A. C. R. **Princípios de Física em Radiodiagnóstico**. 2. ed. São Paulo: Colégio Brasileiro de Radiologia, 2008.

SOUZA, Marcela Tavares de; SILVA, Michelly Dias da; CARVALHO, Rachel de. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, São Paulo, p. 102-106, jun. 2009. Disponível em: [https://www.scielo.br/pdf/eins/v8n1/pt\\_1679-4508-eins-8-1-0102.pdf](https://www.scielo.br/pdf/eins/v8n1/pt_1679-4508-eins-8-1-0102.pdf). Acesso em: 17 set. 2020.

STISOVA, V. Effective dose to patient during cardiac interventional procedures (Prague workplaces). **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 111, n. 3, p. 271-274, 20 jul. 2004. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/111/3/271/1596442>. Acesso em: 01 dez. 2020.

SVALKVIST, A.; MANSSON, L. G.; BATH, M. Monte Carlo simulations of the dosimetry of chest tomosynthesis. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 139, n. 1-3, p. 144-152, 3 mar. 2010. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/139/1-3/144/1600104>. Acesso em: 01 dez. 2020.

STUK. **PCXMC - A Monte Carlo program for calculating patient doses in medical x-ray examinations**. 2015b. Disponível em: <https://www.stuk.fi/palvelut/pcxmc-a-monte-carlo-program-for-calculating-patient-doses-in-medical-x-ray-examinations>. Acesso em: 17 set. 2020.

STUK. **PCXMC version information**. 2015a. Disponível em: <https://www.stuk.fi/palvelut/pcxmc-a-monte-carlo-program-for-calculating-patient-doses-in-medical-x-ray-examinations/pcxmc-version-information>. Acesso em: 07 set. 2020.

TAPIOVAARA, Markku. **PCXMC 2.0 SUPPLEMENTARY PROGRAMS USER'S GUIDE: pcxmc20rotation.exe autocalc-sheet.xls autocalcrotation-sheet.xls**. Helsinki: Stuk, 2012. Disponível em: [https://www.stuk.fi/documents/12547/474783/PCXMC\\_20\\_Supplementary\\_programs\\_UserGuide.pdf/2245e71d-9c46-48e8-9425-a85b5a1765e0?t=1439557834643](https://www.stuk.fi/documents/12547/474783/PCXMC_20_Supplementary_programs_UserGuide.pdf/2245e71d-9c46-48e8-9425-a85b5a1765e0?t=1439557834643). Acesso em: 17 set. 2020.

TAPIOVAARA, M.; LAKKISTO, M.; SERVOMAA, A. **PCXMC: a pc-based monte carlo program for calculating patient doses in medical x-ray examinations**. Helsinki: Stuk, 1997. Disponível em: [https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/28/049/28049612.pdf?r=1](https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/28/049/28049612.pdf?r=1). Acesso em: 17 set. 2020.

TAPIOVAARA, M.; SIISKONEN, Teemu. **PCXMC 2.0: user's guide**. Helsinki: Stuk, 2008b. Disponível em: <https://www.stuk.fi/documents/12547/474783/stuk-tr7.pdf/6f42383b-be6d-468a-9a00-a49ca8c9ef31>. Acesso em: 17 set. 2020.

TAPIOVAARA, M.; SIISKONEN, Teemu. **PCXMC: a monte carlo program for calculating patient doses in medical x-ray examinations**. 2. ed. Helsinki: Stuk, 2008a. Disponível em: <https://www.stuk.fi/documents/12547/474783/stuk-a231.pdf/c950e99c-3537-4344-bf76-07a54e5f1afa?t=1439557836831>. Acesso em: 17 set. 2020

TONKOPI, Elena *et al.* Radiation Dose from 3D Rotational vs. Conventional 2D Digital Subtraction Angiography in Intracranial Aneurysm Coiling. **Canadian Journal Of Neurological Sciences / Journal Canadien Des Sciences Neurologiques**, [S.L.], v. 42, n. 3, p. 176-180, 10 abr. 2015. Disponível em: <https://www-cambridge.ez130.periodicos.capes.gov.br/core/journals/canadian-journal-of-neurological-sciences/article/radiation-dose-from-3d-rotational-vs-conventional-2d-digital-subtraction-angiography-in-intracranial-aneurysm-coiling/7738487A7E7EC50A74456EE492E4B8BB/core-reader#>. Acesso em: 28 nov. 2020.

TAUHATA, Luiz *et al.* **Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos**. Rio de Janeiro: Ird/cnen, 2014. 344 p.

UNSCEAR. Sources and Effects of Ionizing Radiation. Report to the general assembly with scientific annexes, vol. II: effects. New York: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 2008

VARGHESE, Anna *et al.* Radiation doses and estimated risk from angiographic projections during coronary angiography performed using novel flat detector. **Journal Of Applied Clinical Medical Physics**, [S.L.], v. 17, n. 3, p. 433-441, maio 2016. Disponível em: <https://aapm-onlinelibrary-wiley.ez130.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1120/jacmp.v17i3.5926>. Acesso em: 28 nov. 2020.

VASSILEVA, J.; STOYANOV, D. Quality control and patient dosimetry in dental cone beam CT. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], p. 310-312, abr. 2010. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/139/1-3/310/1596727>. Acesso em: 01 dez. 2020.

VELDKAMP, Wouter J. H.; KROFT, Lucia J. M.; BOOT, Mireille V.; MERTENS, Bart J. A.; GELEIJNS, Jacob. Contrast-detail evaluation and dose assessment of eight digital chest radiography systems in clinical practice. **European Radiology**, [S.L.], v. 16, n. 2, p. 333-341, 31 ago. 2005. Disponível em: <https://link-springer-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s00330-005-2887-6>. Acesso em: 28 nov. 2020.

VODOVATOV, Aleksandr V. *et al.* Estimation of the conversion coefficients from dose-area product to effective dose for barium meal examinations for adult patients. **Radiation Hygiene**, St-Petersburg, v. 11, n. 1, p. 93-100, fev. 2018. Disponível em: <https://www.radhyg.ru/jour/article/view/542/560#>. Acesso em: 28 nov. 2020.

VON STEYERN, K. Vult *et al.* Conversion factors for estimation of effective dose in paediatric chest tomosynthesis. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 157, n. 2, p. 206-213, 10 jun. 2013. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/157/2/206/1648870>. Acesso em: 01 dez. 2020.

WOOD, T. J. *et al.* Validation of a technique for estimating organ doses for kilovoltage cone-beam CT of the prostate using the PCXMC 2.0 patient dose calculator. **Journal Of Radiological Protection**, [S.L.], v. 35, n. 1, p. 153-163, 30 jan. 2015. Disponível em: <https://iopscience-iop.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1088/0952-4746/35/1/153>. Acesso em: 28 nov. 2020.

WYLIE, James D. et al. Computed Tomography Scans in Patients With Young Adult Hip Pain Carry a Lifetime Risk of Malignancy. **Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery**, [S.L.], v. 34, n. 1, p. 155-163, jan. 2018. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0749806317310460?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

YAKOUMAKIS, E. et al. Estimation of radiation dose and risk to children undergoing cardiac catheterization for the treatment of a congenital heart disease using Monte Carlo simulations. **Pediatric Radiology**, [S.L.], v. 43, n. 3, p. 339-346, 24 out. 2012. Disponível em: <https://link-springer-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s00247-012-2510-3>. Acesso em: 01 dez. 2020.

YAKOUMAKIS, E. et al. Evaluation of organ and effective doses during paediatric barium meal examinations using PCXMC 2.0 Monte Carlo code. **Radiation Protection Dosimetry**, [S.L.], v. 163, n. 2, p. 202-209, 29 maio 2014. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/163/2/202/1651154>. Acesso em: 28 nov. 2020.

YAKOUMAKIS, E. et al. Verification of radiation dose calculations during paediatric cystourethrography examinations using MCNP5 and PCXMC 2.0 Monte Carlo codes. **Radiation Protection Dosimetry**, Atenas, v. 157, n. 3, p. 355-362, 13 jun. 2013. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/rpd/article/157/3/355/1602804>. Acesso em: 01 dez. 2020.

YEH, Jih-Kuei; CHEN, Chia-Hui. Estimated radiation risk of cancer from dental cone-beam computed tomography imaging in orthodontics patients. **Bmc Oral Health**, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 1-12, 3 ago. 2018. Disponível em: <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com.ez130.periodicos.capes.gov.br/articles/10.1186/s12903-018-0592-5>. Acesso em: 27 nov. 2020.

YORIYAZ, Hélio. Método de Monte Carlo: princípios e aplicações em física médica. **Revista Brasileira de Física Médica**, São Paulo, p. 141-149, mar. 2009. Disponível em: <https://www.ipen.br/biblioteca/2009/14528.pdf>. Acesso em: 17 set. 2020.

ZANGENEH, Masoumeh; DEEVABAND, Mohammad Reza; MOHSENZADEH, Behzad. Lifetime attributable risk of cancer incidence and mortality in routine digital radiology procedures. **Clinical Imaging**, [S.L.], v. 67, p. 226-236, nov. 2020. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0899707120303090?via%3Dihub>. Acesso em: 28 nov. 2020.

ZENONE, F. et al. Effective dose delivered by conventional radiology to Aosta Valley population between 2002 and 2009. **The British Journal Of Radiology**, [S.L.], v. 85, n. 1015, p. 330-338, jul. 2012. Disponível em: <https://www-ncbi-nlm-nih.ez130.periodicos.capes.gov.br/pmc/articles/PMC3474076/>. Acesso em: 01 dez. 2020.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – Ficha bibliográfica para coleta de dados

<b>IDENTIFICAÇÃO DOS ESTUDOS</b>	--
Link do artigo	
Título do artigo	
Descritores	
Autores	
Ano da publicação	
País de origem	
Título do periódico	
<b>INFORMAÇÕES DO ESTUDO</b>	--
Equipamento	
Anatomia estudada	
Tempo e ano da coleta de dados	
Amostra	Quantidade de pacientes/fantoma, sexo, idade.
<b>CARACTERÍSTICAS DO ARTIGO</b>	--
Objetivo	
Métodos	
Resultados	
Conclusões	

## APÊNDICE B – Lista de artigos utilizados na revisão

Título original	Autores e ano	Periódico	País	Base de dados
Organ dose and radiogenic risk in dental cone-beam computed tomography examinations	A.H. Almuqrin; N. Tamam; A. Abdelrazig; A. Elnour; A. Sulieman, (2020).	Radiation Physics and Chemistry	Arábia Saudita	Scopus
Examination of a dose evaluation method for floor-mounted kV X-ray image-guided radiation therapy systems	K. Hamada; T. Fujibuchi; N. Yoshida; H. Ohura, (2020).	Radiological Physics and Technology	Japão	Scopus
Evaluation of effective dose and entrance skin dose in digital radiology	k. Shamsi; A.S. Monfared; M.R Deevband; B. Mohsenzadeh; M. Ghorbani; K.E. Gorji; F. Niksirat, (2020).	Polish Journal of Medical Physics and Engineering	Irã	Scopus
Age-specific and gender-specific radiation risks in paediatric angiography and interventional cardiology: conversion coefficients and risk reference values	A. Karambatsakidou; K. Steiner; A. Fransson; G. Poludniowski, (2020)	The British journal of radiology	Suécia	Scopus
Assessment of patient absorbed radiation dose during hysterosalpingography: A pilot study in southwest nigeria	A.J. Achuka; M.A Aweda; M.R Usikalu; C.A. Aborisade, (2020)	Journal of Biomedical Physics and Engineering	Nigéria	Scopus
Conversion factors for effective dose and organ doses with the air kerma area product in patients undergoing percutaneous transhepatic biliary drainage and trans arterial chemoembolization	M. Brambilla; B. Cannillo; G. Guzzardi; A. D'Alessio; A. Galbiati; R. Matheoud; A. Carriero, (2020)	Phys Med	Itália	Scopus
Estimation of equivalent organ and effective doses to patients undergoing coronary angiography and percutaneous coronary intervention procedures using Monte Carlo simulation	J.E. Ngaile; P.K. Msaki; P.B. Nyanda; A.P. Muhulo; W.E. Muhogora; R. Mvungi, (2020)	Radiation Physics and Chemistry	Tanzania	Scopus
Dose assessment in dental cone-beam computed tomography: Comparison of optically stimulated luminescence dosimetry with Monte Carlo method.	Chena Lee; Jeongmin Yoon; Sang-Sun Han; Ji Yeon Na; Jeong-Hee Lee; Young Hyun Kim; Jae Joon Hwang, (2020)	PLoS ONE	Taiwan	Pubmed
Effective dose and image optimisation of lateral lumbar spine radiography: a phantom study.	Zer Hau Lai; Cláudia Sá Dos Reis; Zhonghua Sun, (2020)	<u>Eur Radiol Exp</u>	Austrália	Pubmed

Lifetime attributable risk of cancer incidence and mortality in routine digital radiology procedures.	Masoumeh Zangeneh; Mohammad Reza Deevband; Behzad Mohsenzadeh, (2020)	Clin Imaging	Irã	Pubmed
The Effect of Vitamin C on Apoptosis and Bax/Bcl-2 Proteins Ratio in Peripheral Blood Lymphocytes of Patients during Cardiac Interventional Procedures.	H. Nematollahi; Gh Haddadi; M.V. Jorat, (2020)	J Biomed Phys Eng	Irã	Pubmed
Patient radiation dose from x-ray guided endovascular aneurysm repair: a Monte Carlo approach using voxel phantoms and detailed exposure information.	Richard W Harbron; Mohamed Abdelhalim; Elizabeth A Ainsbury; Jonathan S Eakins; Azeem Alam; Choonsik Lee; Bijan Modarai, (2020)	J Radiol Prot	Reino Unido	Pubmed
ESTIMATION of ORGAN DOSES and EFFECTIVE DOSES BASED on IN-PHANTOM DOSIMETRY for PAEDIATRIC DIAGNOSTIC CARDIAC CATHETERISATION	T. Kawasaki; M. Sakakubo; K. Ito; A. Kitagawa, (2019)	Radiation Protection Dosimetry	Japão	Scopus
Local DRLs and automated risk estimation in paediatric interventional cardiology	D. Buytaert; K. Vandekerckhove; J. Panzer; L. Rubbens; D. Wolf; K. Bacher, (2019)	PLoS ONE	Bélgica	Scopus
assessment of radiation effective dose from lung cancer screening pilot project in Institut Kanser Negara: A preliminary finding	M.K.A. Karim; N.A. Rahim; S.N.S. Mustafa; A. Sabarudin; M.J. Ibahim, (2019)	Journal of Physics: Conference Series	Malásia	Scopus
Lumbar spine radiographs - is it time for widespread adoption of posteroanterior projection?	Christopher Green; Guru Karnati; Katharine Thomson; Ashok Subramanian, (2019)	Br J Radiol	EUA	Pubmed
COMPARISON OF RADIATION EXPOSURE TO THE PATIENT AND CONTRAST DETAIL RESOLUTIONS ACROSS LOW DOSE 2D/3D SLOT SCANNER AND TWO CONVENTIONAL DIGITAL RADIOGRAPHY X-RAY IMAGING SYSTEMS.	Ahmed Jibril Abdi; Bo Mussmann; Alistair Mackenzie; Benedikte Klaerke; Poul Erik Andersen, (2019)	Radiation Protection Dosimetry	Dinamarca	Pubmed
Dramatic Dose Reduction in Three-Dimensional Rotational Angiography After Implementation of a Simple Dose Reduction Protocol	Savine C.S. Minderhoud; Femke van der Stelt; Mirella M.C. Molenschot; Michel S. Koster; Gregor J. Krings eJohannes; MPJ Breur, (2018)	Pediatric Cardiology	Holanda	Scopus
Estimated radiation risk of cancer from dental cone-beam computed	Jih-Kuei Yeh; Chia-Hui Chen, (2018)	BMC Oral Health	Taiwan	Scopus

tomography imaging in orthodontics patients				
Cancer risks from head radiography procedures	J.A. Achuka; M.A. Aweda; M.R. Usikalu, (2018)	IOP Conference Series: Earth and Environmental Science	Nigéria	Scopus
Patient radiation dose from chest X-ray examinations in the West Bank-Palestine	Adnan Lahham; Ahlam Issa; Hussein ALMasri, (2018)	Radiation Protection Dosimetry	Palestina	Scopus
Monte Carlo based estimation of organ and effective doses to patients undergoing hysterosalpingography and retrograde urethrography fluoroscopy procedures	J.E. Ngaile; P.K. Msaki; R.R. Kazema, (2018)	Radiation Physics and Chemistry	Tanzânia	Scopus
Estimation of the conversion coefficients from dose-area product to effective dose for barium meal examinations for adult patients	Aleksandr V. Vodovатов; Vladislav Yu. Golikov; Irina G. Kamyshanskaya; Kseniya V. Zinkevich; Christian Bernhardsson, (2018)	Radiatsionnaya Gygiena	Rússia	Scopus
Increased radiation dose and projected radiation-related lifetime cancer risk in patients with obesity due to projection radiography.	Saeed J.M. Alqahtani; Richard Welbourn; Judith R. Meakin; Rachel M. Palfrey; Susan J. Rimes; Katharine Thomson; Karen M. Knapp, (2018)	J Radiol Prot	Reino Unido	Pubmed
Assessment of Diagnostic Reference Level in Radiography of Neonatal Chest Anteroposterior Examination: A Hospital-based Study.	Jibon Sharma; Jogesh Sarma; Sushant Agarwal, (2018)	<u>J Med Phys</u>	Índia	Pubmed
Data on the estimating the risk of cancer due to some common radiographs in Tehran city.	Mohammad Mirdoraghi; Amin Banaei; Jafar Fatahi Asl, (2018)	Data Brief	Irã	Pubmed
Estimating Thyroid Doses From Modified Barium Swallow Studies.	Heather Shaw Bonilha; Janina Wilmskoetter; Sameer V. Tipnis, Bonnie Martin-Harris; Walter Huda, (2018)	Health Phys	EUA	Pubmed
Estimation of the effective dose of dental cone-beam computed tomography using personal computer-based Monte Carlo software.	Eun-Kyung Kim; Won-Jeong Han; Jin Woo-Choi; Bulgan Battulga (2018)	Imaging Sci Dent	Coreia	Pubmed
Assessment of PCXMC for patients with different body size in chest and abdominal x ray examinations: a Monte Carlo simulation study.	David Borrego; Erin M Lowe; Cari M Kitahara; Choonsik Lee, (2018)	Phys Med Biol	EUA	Pubmed
Comparison and optimization of imaging	Jodie Rebecca Hampel; Ana Pascoal, (2018)	Br J Radiol	Inglaterra	Pubmed



techniques in suspected physical abuse paediatric radiography.				
Impact of body part thickness on AP pelvis radiographic image quality and effective dose.	K. Alzyoud; P. Hogg; B. Snaith; K. Flintham; A. England, (2018)	Radiography	Reino Unido	Pubmed
Radiation dose for pediatric scoliosis patients undergoing whole spine radiography: Effect of the radiographic length in an auto-stitching digital radiography system.	Yi-Shuan Hwang; Po-Liang Lai; Hui-Yu Tsai; Yung-Chuan Kung; Yu-Ying Lin; Ren-Jhan He; Chen-Te Wu, (2018)	Eur J Radiol	Taiwan	Pubmed
Cumulative effective dose and cancer risk for pediatric population in repetitive full spine follow-up imaging: How micro dose is the EOS microdose protocol?	Martin Law; Wang-Kei Ma; Damian Lau; Kenneth Cheung; Janice Ip; Lawrance Yip; Wendy Lam, (2018)	Eur J Radiol	Hong Kong	Pubmed
FEASIBILITY STUDY OF USING PCXMC 2.0 TO ESTIMATE PATIENT DOSE ARISING FROM DEXA SCANS.	Hollie Harmer; Sally Radford; Mary Smail, (2018)	Radiation Protection Dosimetry	Reino Unido	Pubmed
Computed Tomography Scans in Patients With Young Adult Hip Pain Carry a Lifetime Risk of Malignancy.	James D. Wylie, Peter A. Jenkins; James T. Beckmann; Christopher L. Peters; Stephen K. Aoki; Travis G. Maak, (2018)	Arthroscopy	EUA	Pubmed
A COMPARATIVE STUDY OF ORGAN DOSES ASSESSMENT FOR PATIENTS UNDERGOING CONVENTIONAL X-RAY EXAMINATIONS: PHANTOM EXPERIMENTS VS. CALCULATIONS.	V. Golikov; A. Barkovsky; E. Wallstrom; A. Cederblad, (2018)	Radiation Protection Dosimetry	Suécia	Pubmed
Cumulative Effective Dose and Cancer Risk of Pediatric Population in Repetitive Whole-Body Scan Using Dual-Energy X-Ray Absorptiometry	M. Law; W-K. Ma; E. Chan; C. Mui; V. Ma; W-Y. Ho; L. Yip; W. Lam, (2017)	Journal of Clinical Densitometry	Hong Kong	Scopus
Influence of patient position and other inherent factors on image quality in two different cone beam computed tomography (CBCT) devices.	Ninita Lindfors; Henrik Lund; Hans Johansson; Annika Ekestubbe, (2017)	Eur J Radiol Open	Suécia	Pubmed
Evaluation of cumulative effective dose and cancer risk from repetitive full spine imaging using EOS system: Impact to	Martin Law; Wang-Kei Ma; Eva Chan; Damian Lau; Candy Mui; Kenneth Cheung; Lawrance Yip; Wendy Lam, (2017)	Eur J Radiol	Hong Kong	Pubmed

adolescent patients of different populations.				
ESTABLISHMENT OF RADIATION DOSES FOR PEDIATRIC X-RAY EXAMINATIONS IN A LARGE PEDIATRIC HOSPITAL IN TURKEY.	T. Olgar; T. Sahmaran, (2017)	Radiation Protection Dosimetry	Turquia	Pubmed
Comparative dose levels between CT-scanner and slot-scanning device (EOS system) in pregnant women pelvimetry.	A. Abdennebi; S. Aubry; L. Ounalli L; M.S. Fayache; E. Delabrousse; Y. Petegnief, (2017)	Phys Med	Tunisia	Pubmed
Radiation doses and estimated risk from angiographic projections during coronary angiography performed using novel flat detector	Roshan S. Livingstone; Lijo Varghese; Parveen Kumar; Sirish Chandra Srinath; Oommen K. George; Paul V. George, (2016)	Journal of Applied Clinical Medical Physics	India	Scopus
Cumulative radiation dose from radiography in preterm infants during hospitalisation	K.Y.K. Lau; S.C.N. Hui; H.M. Cheung; P.C. Ng; W.C.W Chu, (2016)	Hong Kong Journal of Radiology	Hong Kong	Scopus
Radiation dose of digital radiography (DR) versus micro-dose x-ray (EOS) on patients with adolescent idiopathic scoliosis: 2016 SOSORT- IRSSD "John Sevastic Award" Winner in Imaging Research.	Steve C.N. Hui; Jean-Philippe Pialasse; Judy YH Wong; Tsz-Ping Lam; Bobby KW Ng, Jack C.Y. Cheng; Winnie C.W. Chu, (2016)	<u>Scoliosis Spinal Disord</u>	China	Pubmed
Incident air kerma to absorbed organ dose conversion factors for breast and lung in PA thorax radiography: The effect of patient thickness and radiation quality.	A. Kelaranta; P. Toroi; P. Vock, (2016)	Phys Med	Finlandia	Pubmed
The effect of increased body mass index on patient dose in paediatric radiography.	Arsenoi P. Ladia, Spyros G. Skiadopoulos; Anna N. Karahaliou; Gerasimos A.T. Messaris; Harry B. Delis; George S. Panayiotakis, (2016)	Eur J Radiol	Grécia	Pubmed
Evaluation of various approaches for assessing dose indicators and patient organ doses resulting from radiotherapy cone-beam CT.	Oswaldo Rampado; Francesca Romana Giglioli; Veronica Rossetti; Christian Fiandra; Riccardo Ragona; Roberto Ropolo, (2016)	Phys Med	Itália	Pubmed
Cumulative radiation exposure and associated cancer risk estimates for scoliosis patients: Impact of repetitive full spine radiography.	Martin Law; Wang-Kei Ma; Damian Lau; Eva Chan; Lawrance Yip; Wendy Lam, (2016)	Eur J Radiol	Hong Kong	Pubmed

Comparison of dosimetry methods for panoramic radiography: thermoluminescent dosimeter measurement versus personal computer-based Monte Carlo method calculation.	Chena Lee; Sam-Sun Lee; Jo-Eun Kim; Kyung-Hoe Huh; Won-Jin Yi; Min-Suk Heo; Soon-Chul Choi, (2016)	Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.	Coreia do Sul	Pubmed
Effective dose reduction in spine radiographic imaging by choosing the less radiation-sensitive side of the body.	Avi Ben-Shlomo; Gabriel Bartal; Morris Mosseri; Boaz Avraham; Yosef Leitner; Shay Shabat, (2016)	Spine J	Israel	Pubmed
Non-vascular interventional procedures: effective dose to patient and equivalent dose to abdominal organs by means of DICOM images and Monte Carlo simulation.	Mariaconcetta Longo; Chiara Marchioni; Teresa Inero; Raffaella Donnarumma; Alessandro D'Adamo; Pierleone Lucatelli; Fabrizio Fanelli; Filippo Maria Salvatori; Alessandro Cannavale; Elisabetta Di Castro, (2016)	Radiation Protection Dosimetry	Itália	Pubmed
Foetal Radiation Dose During Prophylactic Occlusion Balloon Placement for Morbidly Adherent Placenta	Vittorio Semeraro; Ana Susac; Andrea Morasca; Francesco D'Antonio; Anna-Maria Belli, (2015)	CardioVascular and Interventional Radiology	Itália	Scopus
Organ dose and risk assessment in paediatric radiography using the PCXMC 2.0	A. Ladia; G. Messaris; H. Delis; G. Panayiotakis, (2015)	Journal of Physics: Conference Series	Grécia	Scopus
Radiation Dose from 3D Rotational vs. Conventional 2D Digital Subtraction Angiography in Intracranial Aneurysm Coiling	Elena Tonkopi; Ahmed H. Al-Habsi; Jai J.S. Shankar, (2015)	The Canadian journal of neurological sciences.	Canadá	Scopus
Effective radiation dosage of three-dimensional rotational angiography in children	Marjolein Peters; Gregor Krings; Michel Koster; Mirella Molenschot; Mathhias W. Freund; Johannes M.P.J. Breur, (2015)	Europace	Países Baixos	Scopus
AP versus PA positioning in lumbar spine computed radiography: Image quality and individual organ doses	Enda Davey; Andrew Inglaterra, (2015)	Radiography	Reino Unido	Scopus
Non-vascular interventional procedures: Effective dose to patient and equivalent dose to abdominal organs by means of DICOM images and monte carlo simulation	Mariaconcetta Longo; Chiara Marchioni; Teresa Inero; Raffaella Donnarumma; Alessandro D'Adamo; Pierleone Lucatelli; Fabrizio Fanelli; Filippo Maria Salvatori; Alessandro Cannavale; Elisabetta Di Castro, (2015)	Radiation Protection Dosimetry	Itália	Scopus
Evaluation based on Monte Carlo simulation of lifetime attributable risk of cancer	Deoknam Seo; Seonggyu Han; Kie Hwan Kim; Jungsu Kim; Kyung Park; Hyunjong Lim; Jungmin Kim, (2015)	Radiol Med.	Coreia do Sul	Pubmed

after neck X-ray radiography.				
Optimization of image quality and patient dose in radiographs of paediatric extremities using direct digital radiography.	A. Jones; C. Ansell; C. Jerrom; I.D. Honey, (2015)	Br J Radiol.	Reino Unido	Pubmed
Dose Optimization in Lumbar Spine Radiographic Examination by Air Gap Method at CR and DR Systems: A Phantom Study.	Charles T.P. Chan; Karl K.L. Fung, (2015)	J Med Imaging Radiat Sci.	Hong Kong	Pubmed
Validation of a technique for estimating organ doses for kilovoltage cone-beam CT of the prostate using the PCXMC 2.0 patient dose calculator.	T.J. Wood; C.S. Moore, J.R. Saunderson; A.W. Beavis, (2015)	J Radiol Prot	Reino Unido	Pubmed
Evaluation of organ and effective doses during paediatric barium meal examinations using PCXMC 2.0 Monte Carlo code.	E. Yakoumakis; A. Dimitriadis; G. Gialousis; T. Makri; E. Karavasilis; N. Yakoumakis; E. Georgiou, (2015)	Radiation Protection Dosimetry	Grécia	Pubmed
Optimisation of direct digital chest radiography using Cu filtration	E.U. Ekpo; A.C. Hoban; M.F. McEntee, (2014)	Radiography	Austrália	Scopus
10kVp rule - An anthropomorphic pelvis phantom imaging study using a CR system: Impact on image quality and effective dose using AEC and manual mode	L. Lança; L. Franco; A. Ahmed; M. Harderwijk; C. Marti; S. Nasir; J. Ndlovu; M. Oliveira; A.R. Santiago; P. Hogg, (2014)	Radiography	Suíça	Scopus
Image quality and dose analysis for a PA chest X-ray: Comparison between AEC mode acquisition and manual mode using the 10kVp 'rule'	C. Reis; J. Gonçalves; C. Klompmaker; A.R. Bárbara; C. Bloor; R. Hegarty; T. Lagrange; N. Temming; M. Sønnesyn; H. Røkeness; A. Yamasathien; P. Hogg, (2014)	Radiography	Portugal	Scopus
Local reference levels and organ doses from pediatric cardiac interventional procedures	S. Barnaoui; J.L. Rehel; H. Baysson; Y. Boudjemline; B. Girodon; M.O. Bernier; D. Bonnet; B. Aubert, (2014)	Pediatric Cardiology	França	Scopus
Oblique lateral radiographs and bitewings; estimation of organ doses in head and neck region with Monte Carlo calculations.	J.K.M. Aps; J.M. Scott, (2014)	Dentomaxillofac Radiol.	EUA	Pubmed
Conversion coefficients for determining organ doses in paediatric pelvis and hip joint radiography.	Michael C. Seidenbusch; Karl Schneider, (2014)	Pediatr Radiol.	Alemanha	Pubmed
Conversion factors for determining organ doses received by paediatric	Michael C. Seidenbusch; Dietrich Harder; Dieter F.	Z Med Phys	Alemanha	Pubmed

patients in high-resolution single slice computed tomography with narrow collimation.	Regulla; Karl Schneider, (2014)			
Conversion coefficients for determining organ doses in paediatric spine radiography.	Michael Seidenbusch; Karl Schneider, (2014)	Pediatr Radiol.	Alemanha	Pubmed
Evaluation of effective dose conversion coefficients for Korean adults during medical x-ray examinations up to 150 keV through comparison with ICRP Publication 74 and ICRP Publication 116.	Mihyun Keum; Parque Jae Hong; Parque Sung Ho; Seung Do Ahn, (2014)	J Radiol Prot.	Coreia	Pubmed
Unintentional irradiation of conceptus by diagnostic imaging examinations in Turkey.	A. Parmaksız; G.K. Ataç; F. Bulgurlu; E. Bulur,; T. Öncü; T. İnal, (2014)	Radiation Protection Dosimetry	Turquia	Pubmed
Estimation of dose-area product-to-effective dose conversion factors for neonatal radiography using PCXMC.	Idris A. Elbakri, (2014)	Radiation Protection Dosimetry	Canadá	Pubmed
Dose evaluation for skin and organ in hepatocellular carcinoma during angiographic procedure	Daniela D'Alessio; Claudia Giliberti; Antonella Soriani; Livio Carpanese; Giuseppe Pizzi; Giulio Eugenio Vallati; Lidia Strigari, (2013)	Journal of Experimental and Clinical Cancer Research	Itália	Scopus
Radiation exposure in the follow-up of patients with urolithiasis comparing digital tomosynthesis, non-contrast CT, standard KUB, and IVU	G.M. Astroza; A. Neisius; A.J. Wang; G. Nguyen; G. Tonchechny; C. Wang; N. Januzis; C. Lowry; M.N. Ferrandino; A.N. Necny; T.T. Yoshizumi; G.M. Preminger; M.E. Lipkin, (2013)	Journal of Endourology	EUA	Scopus
Radiation dose estimation of patients undergoing lumbar spine radiography.	Prince Kwabena Gyekye; Adu Simon; Emi-Reynolds Geoffrey; Yeboah Johnson; Inkoom Stephen; Cynthia Kaikor Engmann; Wotorchi-Gordon Samuel, (2013)	J Med Phys	Gana	Pubmed
Patient dose simulations for scanning-beam digital x-ray tomosynthesis of the lungs.	Geoff Nelson; Sungwon Yoon; Ganesh Krishna; Brian Wilfley; Rebecca Fahrig, (2013)	Med Phys.	Califórnia	Pubmed
Verification of radiation dose calculations during paediatric cystourethrography examinations using MCNP5 and PCXMC 2.0 Monte Carlo codes.	E. Yakoumakis; A. Dimitriadis; T. Makri; M. Karlatira; E. Karavasilis; G. Gialousis, (2013)	Radiation Protection Dosimetry	Grécia	Pubmed
Conversion factors for estimation of effective dose in paediatric chest tomosynthesis.	Kristina Vult von Steyern; Isabella M. Björkman-Burtscher; Mats Geijer; Lars Weber, (2013)	Radiation Protection Dosimetry	Suécia	Pubmed

Estimation of organ and effective doses from newborn radiography of the chest and abdomen.	Hillgan Ma; Idris A. Elbakri; Martin Reed, (2013)	Radiation Protection Dosimetry	Canadá	Pubmed
Radiation exposure during videourodynamics in women.	Ilias Giarenis; Jonathan Phillips; Heleni Mastoroudes; Sushma Srikrishna; Dudley Robinson; Cornelius Lewis; Linda Cardozo, (2013)	Int Urogynecol J.	Reino Unido	Pubmed
Organ dose and effective dose estimation in paediatric chest radiographic examinations by using pin silicon photodiode dosimeters.	Toshio Kawasaki; Takahiko Aoyama; Chiyo Yamauchi-Kawaura; Keisuke Fujii; Shuji Koyama, (2013)	Radiation Protection Dosimetry	Japão	Pubmed
An investigation of image guidance dose for breast radiotherapy.	Rosemerie Alvarado; Jeremy T Booth; Regina M Bromley; Helen B Gustafsson, (2013)	J Appl Clin Med Phys	Austrália	Pubmed
Estimation of radiation dose and risk to children undergoing cardiac catheterization for the treatment of a congenital heart disease using Monte Carlo simulations.	Emmanuel Yakoumakis; Helen Kostopoulou; Triantafilia Makri; Anastasios Dimitriadis; Evaggelos Georgiou; Ioannis Tsalafoutas, (2013)	Pediatr Radiol.	Grécia	Pubmed
Assessment of radiation exposure in dental cone-beam computerized tomography with the use of metal-oxide semiconductor field-effect transistor (MOSFET) dosimeters and Monte Carlo simulations.	J. Koivisto; T. Kiljunen; M. Tapiovaara; J. Wolff; M. Kortensniemi, (2012)	Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.	Finlândia	Pubmed
Cancer incidence risks to patients due to hysterosalpingography.	Prince K. Gyekye; Geoffrey Emi-Reynolds; Mary Boadu; Emmanuel O. Darko; Johnson Yeboah; Stephen Inkoom; Cynthia K Mensah, (2012)	J Med Phys	Gana	Pubmed
Digital chest radiography image quality assessment with dose reduction.	R.K. Grewal; N. Young; L. Colins; N. Karunnaratne; N. Sabharwal, (2012)	Australas Phys Eng Sci Med.	Austrália	Pubmed
Effective dose delivered by conventional radiology to Aosta Valley population between 2002 and 2009.	F. Zenone; S. Aimonetto; P. Catuzzo; A. Peruzzo Cornetto; P. Marchisio; M. Natrella; A.M. Rosanò; T. Meloni; M. Pasquino; S. Tofani, (2012)	Br J Radiol.	Itália	Pubmed
Effective dose for scoliosis patients undergoing full spine radiography.	M. Mogaadi; L. Ben Omrane; A. Hammou, (2012)	Radiation Protection Dosimetry	Tunisia	Pubmed
Practical patient dosimetry for partial rotation cone beam CT.	E.C. Podnieks; I.S. Negus, (2012)	Br J Radiol.	Reino Unido	Pubmed
Interventional radiology at a single institution over 9 years: a comprehensive evaluation of procedures	Andrea Peruzzo Cornetto; Massimo Pasquino Stefania Aimonetto; Flora	J Vasc Interv Radiol.	Itália	Pubmed

and an estimation of collective effective dose.	Zenone; Paola Catuzzo; Massimiliano Natrella; Massimo Cristoferi; Gianluca Fanelli; Santi Tofani; Teodoro Meloni, (2012)			
Assessment of organ absorbed doses in patients undergoing chest X-ray examinations by Monte Carlo based softwares and phantom dosimetry	Paulo Márcio Campos de Oliveira; Peterson L. Squair; Marco A. Lacerda; Teógenes A. da Silva, (2011)	Radiation Measurements	Brasil	Scopus
X-ray tube current modulation and patient doses in chest CT.	Wenjun He; Walter Huda; Dennise Magill; Emily Tavrides; Hai Yao, (2011)	Radiation Protection Dosimetry	EUA	Pubmed
Organ and effective dose estimates for patients undergoing hepatic arterial embolization for treatment of liver malignancy.	Lawrence T. Dauer; Raymond Thornton; Daniel C. Boylan; Brian Holahan; Robert Prins; Brian Quinn; Jean St. Germain, (2011)	Med Phys.	EUA	Pubmed
Patient doses and projection angle in cone beam CT.	Wenjun He; Walter Huda; Dennise Magill; Emily Tavrides; Hai Yao, (2010)	Phys Med	Carolina do Sul	Pubmed
Quality control and patient dosimetry in dental cone beam CT.	J. Vassileva; D. Stoyanov, (2010)	Radiation Protection Dosimetry	Bulgária	Pubmed
Effective dose to patients from chest examinations with tomosynthesis.	Magnus Båth; Angelica Svalkvist; Alexa von Wrangel; Heidi Rismyhr-Olsson; Ake Cederblad, (2010)	Radiation Protection Dosimetry	Suécia	Pubmed
Dose optimisation of double-contrast barium enema examinations.	K. Berner; M. Båth; P. Jonasson; J. Cappelen-Smith; P. Fogelstam; J. Söderberg, (2010)	Radiation Protection Dosimetry	Suécia	Pubmed
Monte Carlo simulations of the dosimetry of chest tomosynthesis.	Angelica Svalkvist; Lars Gunnar Månsson; Magnus Båth, (2010)	Radiation Protection Dosimetry	Suécia	Pubmed
Patient dose assessment due to fluoroscopic exposure for some selected fluoroscopic procedures in Ghana	P.K. Gyekye; C. Schandorf; M. Boadu; J. Yeboah. JK. Amoako, (2009)	Radiation Protection Dosimetry	Gana	Scopus
Effective doses from scan projection radiographs of the head: impact of different scanning practices and comparison with conventional radiography.	C.B. Nauer; F. Kellner-Weldon; G. Von Allmen; D. Schaller; J. Gralla, (2009)	AJNR Am J Neuroradiol.	Suíça	Pubmed
Risks of radiographic procedures for neonates admitted to a public hospital in Belo Horizonte, MG, Brazil	Marco Aurélio de Sousa Lacerda; Teógenes Augusto da Silva; Helen Jamil Khoury; José Nelson Mendes Vieira; João Paulo Kawaoka Matushita, (2008)	Radiologia Brasileira	Brasil	Scopus
Experimental evaluation of PCXMC and prepare codes used in conventional radiology.	N. Khelassi-Toutaoui; Y. Berkani; V. Tsapaki; A.E.K. Toutaoui; A. Merad; A. Frahi-Amroun; Z. Brahim, (2008)	Radiation Protection Dosimetry	Argélia	Pubmed

Calculation of organ doses in x-ray examinations of premature babies.	Kristien Smans; Markku Tapiovaara; Mieke Cannie; Lara Struelens; Filip Vanhavere; Marleen Smet; Hilde Bosmans, (2008)	Med Phys.	Bélgica	Pubmed
The additional dose to radiosensitive organs caused by using under-collimated X-ray beams in neonatal intensive care radiography.	Hanan Datz; Avi Ben-Shlomo; David Bader; Siegal Sadetzki; Ada Juster-Reicher; Kyla Marks; Tatiana Smolkin; Samuel Zangen; Menachem Margaliot, (2008)	Radiation Protection Dosimetry	Israel	Pubmed
A large-scale multicentre study in Belgium of dose area product values and effective doses in interventional cardiology using contemporary X-ray equipment.	E. Bogaert; K. Bacher; H. Thierens, (2008)	Radiation Protection Dosimetry	Bélgica	Pubmed
Interventional cardiovascular procedures in Belgium: effective dose and conversion factors.	E. Bogaert; K. Bacher; H. Thierens, (2008)	Radiation Protection Dosimetry	Bélgica	Pubmed
Radiation dose survey in a paediatric cardiac catheterisation laboratory equipped with flat-panel detectors.	O. Dragusin; M. Gewillig; W. Desmet; K. Smans; L. Struelens; H. Bosmans, (2008)	Radiation Protection Dosimetry	Bélgica	Pubmed
Radioprotection, doses and risks in the radiological assessment of paranasal sinuses in children, in hospitals of Belo Horizonte, MG	Marco Aurélio de Sousa Lacerda; Helen Jamil Khoury; Teógenes Augusto da Silva; Camila Maria de Sousa Lacerda; Alexandre Ferreira Carmo; Márcio Tadeu Pereira, (2007)	Radiologia Brasileira	Brasil	Scopus
Contrast-detail evaluation and dose assessment of eight digital chest radiography systems in clinical practice	Wouter J.H. Veldkamp; Lucia J.M. Kroft; Mireille V. Boot; Bart J.A. Mertens; Jacob Geleijns, (2006)	European Radiology	Países baixos	Scopus
Radiation exposure during standing voiding cystourethrography in women.	Gary M. Arbique; Jason P. Gilleran; Jeffrey B. Guild; Joan E. Harris; Christine I. Poon; Philippe E. Zimmern, (2006)	Urology	EUA	Pubmed
Varied tube potential with constant effective dose at lumbar spine radiography using a flat-panel digital detector	Håkan Geijer; Jan Persliden, (2005)	Radiation Protection Dosimetry	Suécia	Scopus
Chest radiography: A comparison of image quality and effective dose using four digital systems	A. Pascoal; C.P. Lawinski; A. Mackenzie; S. Tabakov; C.A. Lewis, (2005)	Radiation Protection Dosimetry	Inglaterra	Scopus
Measurement of effective dose for paediatric scoliotic patients	Chih-I. Lee; Donald McLean; John Robinson, (2005)	Radiography	Austrália	Scopus
The effect of source to image-receptor distance on	J.L. Poletti; D. McLean, (2005)	Br J Radiol.	Austrália	Scopus



effective dose for some common X-ray projections.				
Dose comparison between conventional and quasi-monochromatic systems for diagnostic radiology.	P. Baldelli; A. Taibi; A. Tuffanelli; M. Gambaccini, (2004)	Phys Med Biol	Itália	Pubmed
Effective dose to patient during cardiac interventional procedures (Prague workplaces).	Viktorie Stisova, (2004)	Radiation Protection Dosimetry	República Tcheca	Pubmed
Optimisation of scoliosis examinations in children	Jolanta Hansen; Anne Grethe Jurik; Bente Fiirgaard; Niels Egund, (2003)	Pediatric Radiology	Dinamarca	Scopus
The effect of source to image distance on radiation risk to the patient.	J. Poletti, (2003)	Australas Phys Eng Sci Med.	Austrália	Pubmed
Monte Carlo calculations for assessment of radiation dose to patients with congenital heart defects and to staff during cardiac catheterizations.	F.W. Schultz; J. Geleijns; F.M. Spoelstra; J. Zoetelief, (2003)	Br J Radiol	Holanda	Pubmed
Organ dose calculation in medical X ray examinations by the program PCXMC	(1998)	????	Finlândia	Scopus