



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA**

LEONARDO VITOR RODRIGUES MESQUITA

**ANÁLISE DA APLICABILIDADE DO ARCO EM C NO CENTRO CIRÚRGICO EM
CONJUNTO COM A PROTEÇÃO RADIOLÓGICA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DA
LITERATURA**

TERESINA/PI

2023

LEONARDO VITOR RODRIGUES MESQUITA

ANÁLISE DA APLICABILIDADE DO ARCO EM C NO CENTRO CIRÚRGICO EM
CONJUNTO COM A PROTEÇÃO RADIOLÓGICA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DA
LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)
apresentado como exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Tecnologia em Radiologia do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Piauí, Campus Teresina Central .

Orientador: Prof^a. Dr^a. Jâmeson Ferreira da Silva.

.

ANÁLISE DA APLICABILIDADE DO ARCO EM C NO CENTRO CIRÚRGICO EM CONJUNTO COM A PROTEÇÃO RADIOLÓGICA: UM REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA

Leonardo Vitor Rodrigues Mesquita ¹

Jâmeson Ferreira da Silva ²

RESUMO

INTRODUÇÃO: Um dos tratamentos cirúrgicos mais antigos remota ao Peru a cerca de 6000 a.C. com uma técnica conhecida como craniotomia ou trepanação. Sem dúvidas, a maior evolução que acabou beneficiando a cirurgia foi a descoberta dos Raios X por Wilhelm Conrad Roentgen, em 1895. Portanto unindo a descoberta dos Raios-X e a ascensão da Cirurgia, houve o desenvolvimento de um equipamento denominado Arco Cirúrgico, projetado para ser altamente manuseável tornando-se indispensável em ambientes hospitalares. **OBJETIVO:** Justifica-se a elaboração de um trabalho científico descritivo direcionado aos profissionais, sejam eles técnicos ou tecnólogos em radiologia, profissionais já formados e ainda outros que desejam ampliar seus conhecimentos neste segmento de como é o funcionamento do Arco Cirúrgico (C-Arm) assim como as diretrizes de proteção radiológica para que o manuseio seja realizado de maneira adequada. **MÉTODOS:** Este estudo trata-se de uma revisão integrativa da literatura, que utilizou os seguintes bancos de dados: SCIELO, PUBMED CENTRAL, RADIOGRAPHICS, GOOGLE SCHOLAR. **RESULTADOS:** Essa tecnologia deve ser utilizada com cautela, pois o seu uso recorrente pode trazer efeitos negativos não apenas para o paciente, mas como para a equipe cirúrgica e operadores. Sendo assim, faz-se necessário o cumprimento das normas de conduta no que diz respeito a utilização de vestimentas específicas. **CONCLUSÕES:** O Arco em C torna-se indispensável em ambientes hospitalares por possibilitar a realização de cirurgias cada vez menos invasivas e mais rápidas e devido ao constante avanço da tecnologia, torna-se cada vez mais necessário que os profissionais acompanhem essa evolução, sempre priorizando as diretrizes da radioproteção.

Palavras-chave: C arm, arco cirúrgico, radioscopia, fluoroscopia, radioproteção, centro cirúrgico.

ABSTRACT

INTRODUCTION: One of the oldest surgical treatments goes back to Peru around 6000 BC with a technique known as craniotomy or trepanation. Undoubtedly, the greatest evolution that eventually benefited surgery was the discovery of X-rays by Wilhelm Conrad Roentgen in 1895. Therefore, joining the discovery of X-rays and the rise of surgery, there was the development of a piece of equipment called the Surgical Arch, designed to be highly manageable, making it indispensable in hospital environments. **OBJECTIVE:** The elaboration of a descriptive scientific study directed to professionals, either technicians or technologists in radiology, already graduated professionals, and others who wish to expand their knowledge in this segment, is justified. **METHODS:** This study is an integrative literature review, which used the following databases: SCIELO, PUBMED CENTRAL, RADIOGRAPHICS, GOOGLE SCHOLAR. **RESULTS:** This technology must be used with caution, because its recurrent use can bring negative effects not only to the patient, but also to the surgical team and operators. Therefore, it is necessary to follow the norms of conduct with regard to the use of specific clothing. **CONCLUSIONS:** The C-arm has become indispensable in hospital settings because it allows for increasingly less invasive and faster surgeries, and due to the constant advancement of technology, it becomes increasingly necessary that professionals follow this evolution, always prioritizing radioprotection guidelines.

Keywords: C surgical arch, radioscopy, fluoroscopy, radioprotection, surgical center

1. INTRODUÇÃO

Um dos tratamentos cirúrgicos mais antigos remontam ao Peru a cerca de 6000 a.C. com uma técnica conhecida como craniotomia ou trepanação, que consistia na realização de diversos furos no crânio voltados aparentemente ao tratamento de fraturas, doenças do crânio, dores de cabeça assim como doenças mentais por exemplo e que, no entanto, também acreditava-se que a mesma estava relacionada à intenção religiosa[1].

Há evidências de que a prática da craniotomia não se restringiu somente ao Peru, mas também se consolidou na continente Europeu no período neolítico. Portanto, como não havia conhecimento anatômico e fisiológico suficiente ainda sim era utilizada em sua maioria em propósitos religiosos como meio de fuga [2].

Sem dúvidas, a maior evolução que acabou beneficiando a cirurgia foi a descoberta dos Raios-X por Wilhelm Conrad Roentgen, em 1895. Sendo a Radiologia, provavelmente, a especialidade médica que maior evolução registou [3]. O Físico realizava experiências sobre a condução da eletricidade por meios de gases, quando observou que uma chapa recoberta com uma substância química verde, chamada de Platinocianeto de bário brilhou próximo ao seu experimento e percebeu que essa “energia” atravessava objetos opacos à luz e devido as hipóteses incertas sobre, a denominou de Raios-X [4].

Os raios X são ondas eletromagnéticas de alta frequência, que têm grande poder de penetração. Podem ionizar átomos e moléculas podendo ocasionar alterações e possíveis mutações que são potencialmente capazes de causar neoplasias e principalmente morte celular [5]. O uso de radiação ionizante para fins diagnósticos e terapêuticos têm aumentado devido ao desenvolvimento dos equipamentos e facilidades no acesso ao exame radiológico[6].

Portanto unindo a descoberta dos Raios-X e a ascensão da Cirurgia, houve o desenvolvimento de um equipamento denominado Arco Cirúrgico, projetado para ser altamente manuseável, a haste principal possibilita que a estrutura seja elevada, abaixada ou alongada dependendo da necessidade. Possibilitando também, a rotação ou angulação (sentido cefálico ou caudal) do conjunto tubo-receptor em 180°, tendo em vista que a posição habitual desse conjunto, tubo de raios-X na extremidade inferior e receptor na extremidade superior, torna-se um princípio de proteção radiológica pois haverá a redução da produção de radiação secundária em direção à cabeça, pescoço e tronco do operador, como mostra a Figura 4.

O padrão de radiação dispersa é influenciado principalmente pela orientação do arco em “C”, com os níveis mais altos de radiação próximos ao tubo de Raios-X no lado do paciente [7].

Fig 4. Irradiação refletida (scattered radiation)



Fonte: adaptado de AO Foundation (2014)

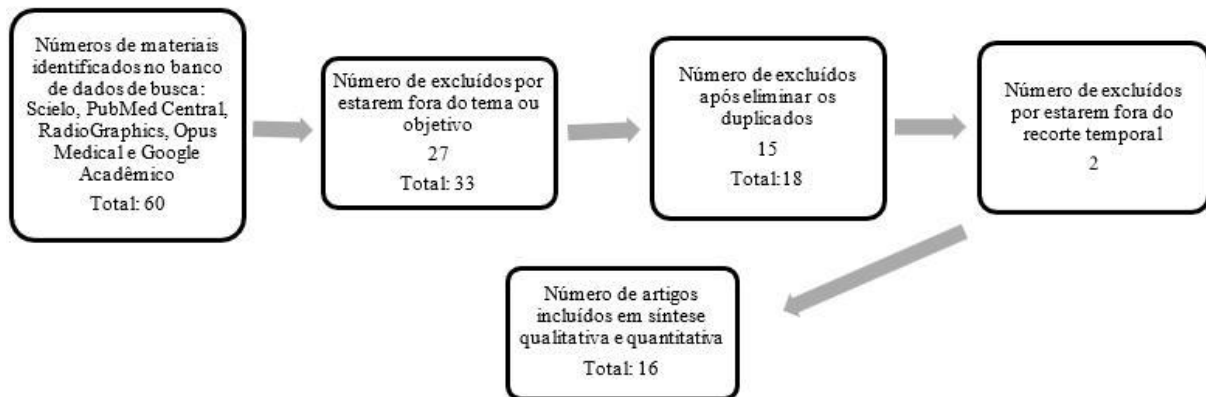
2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho em questão utilizou uma revisão integrativa da literatura, tendo em vista que o propósito inicial desse método de pesquisa é obter um profundo entendimento de um determinado assunto baseando-se em estudos anteriores com a finalidade de resumir resultados obtidos em pesquisas sobre um tema em questão, de maneira sistemática e organizada[8].

O presente estudo adotou como critério de inclusão a revisão bibliográfica com os dados obtidos em artigos e livros publicados em português e em inglês nos período que vai de 2000 a 2022, dispostos na íntegra de modo gratuito nos seguintes bancos de dados: Scielo, PubMed Central, RadioGraphics, Google Scholar e que continham pelo menos uma das palavras-chave pré-definidas: “C Arm”, “Arco cirúrgico”, “Radioscopia”, “Fluoroscopia”, “Radioproteção”, “Centro Cirúrgico”.

Já como critérios de exclusão, tem-se estudos publicados até o ano de 1999, materiais que não atenderam ao tema proposto. Para a análise dos estudos já pré- selecionados, foi realizada a leitura dos títulos e resumos de todas as publicações encontradas, tornando possível considerar aqueles que se emolduravam na seleção dos critérios supracitados conforme segue a Figura 2.

Figura 2: Fluxograma da pesquisa.



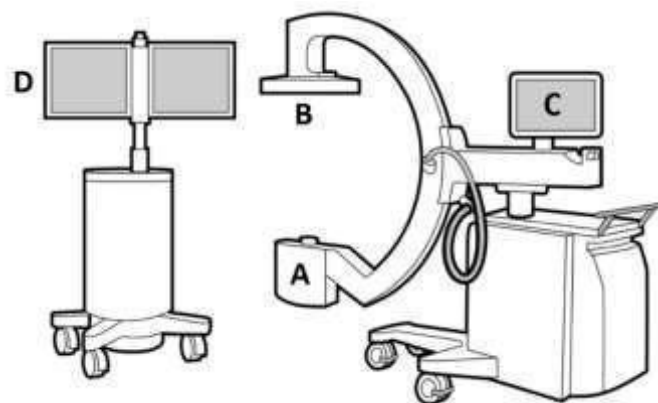
Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2023.

3. DISCUSSÃO E RESULTADOS

Os sistemas de Raios-X por fluoroscopia em Arcos Cirúrgicos móveis são usados amplamente em várias especialidades em diagnóstico por imagem e cirurgias minimamente invasivas. Dentro de uma sala de cirurgia, esses equipamentos estão presentes em diversos procedimentos dentro da Urologia, Cardiologia, Neurologia e principalmente da Ortopedia. A fluoroscopia mostra-se muito útil no Bloco Operatório e nas Salas de Intervenção, pois é necessário existir uma versatilidade de funcionalidades de aquisição de imagens [9].

A formação dos Raios-X ocorre de maneira análoga aos equipamentos convencionais utilizados hoje em dia no radiodiagnóstico, onde os elétrons, ao receberem uma diferença de potencial, são acelerados em direção ao ânodo em um alvo chamado de Pista ou Ponto Focal, quando o ânodo recebe esses elétrons emitidos pelo cátodo 99% de suas energias cinéticas são transformadas em calor e 1% Raios-X[10].

Fig 3. Sistema móvel Arco em C



Fonte: Catálogo de equipamentos Philips(2023)

Na figura 3, está representada a composição do sistema móvel do Arco em C, composto por duas unidades destinado aos procedimentos cirúrgicos no apoio a diversas especialidades da medicina, possuindo o tubo de Raios-X com colimadores integrados (A) montado em uma extremidade e um intensificador de imagem (B) de tela plana atuando como receptor digital, também consiste em um console para permite controlar todos os parâmetros técnicos, como a voltagem aplicada – kV, a corrente nos filamentos – mA e o tempo – S(C). O equipamento separado (conectado por cabo) contendo os monitores de exibição de suporte e processamento de imagem e dispositivos de gravação (D) [11]. O intensificador de imagem nos sistemas de fluoroscopia pode contar com duas tecnologias, uma delas definida como indireta, capturando a luz visível produzida e a transformando em sinal elétrico para então ser transferido ao computador, e outra que utiliza um modo direto de conversão dos Raios-X em sinal [12].

Há dois modos de aquisições de imagens nesses aparelhos que visam a redução efetiva da dose radiológica sem prejuízo da qualidade de imagem no contexto a que se destina. Pode-se citar a fluroscopia contínua (*Continuous Fluoroscopy*) que possibilita a formação da imagem enquanto o gerador desenvolve as ações de produção dos Raios-X, essa ferramenta deve ser utilizada com cautela, pois o seu uso recorrente pode trazer efeitos negativos não apenas para o paciente, mas como para os profissionais expostos. Em decorrência disso, o modo de fluoroscopia pulsada (*Pulsed Fluoroscopy*) resultou da necessidade de redução da dose total administrada, seguindo as diretrizes do princípio ALARA [13].

Esse é um princípio de segurança de radiação, com o objetivo de minimizar as doses a pacientes e trabalhadores, empregando para tal todos os métodos razoáveis existentes. Este adota três principais pilares, são eles: Tempo, Distância e Blindagem. Ou seja, doses ocupacionais devem ser “tão baixas quanto razoavelmente exequíveis”[14].

Todos os indivíduos que participarem de procedimentos de fluoroscopia no bloco cirúrgico devem utilizar um avental de proteção. Recomenda-se a utilização de um avental de material equivalente ao chumbo de 0,5 mm, reduzindo a exposição por um fator de 50 ou mais sobre o intervalo de energia de um exame de raios X. É necessário utilizar um avental envolvendo o corpo todo se as costas do operador ficarem frequentemente viradas para o paciente. Além disso, os membros da equipe devem sempre afastar-se do paciente durante a ativação do feixe de raios X, caso suas presenças imediatas não sejam necessárias[15].

Diante disso, a limitação da dose é uma prática bem definida na proteção radiológica dos indivíduos ocupacionalmente expostos (IOEs). Cada IOE deve ser monitorado mensalmente para assegurar que não irá receber doses ocupacionais acima dos limites.

A monitoração frequente das doses recebidas pelos profissionais pode indicar práticas relacionadas a altas exposições ocupacionais e assim determinar estratégias de proteção radiológica mais eficientes e objetivas[16].

Nº	TÍTULO	AUTOR/ANO	TIPO DE ESTUDO	RESULTADOS
9	Endovascular Intervention with a Mobile C-Arm in the Operating Room. Vascular Specialist International	JOH, J. H (2019)	REVISÃO DE LITERATURA	Os sistemas móveis de fluoroscopia C-arm incluem uma imagem intensificada com um monitor. O equipamento fluoroscópico e o posicionamento adequado do operador e da equipe médica pode ser variado para uma grande variedade de procedimentos
10	Aparelho de radiografia odontológico: funcionamento e formação de raios x	Boff, D., Kandler, R. S., Schneider, W., Silva, A. B., & Wesoloski, C. I.(2018)	REVISÃO DE LITERATURA	Existem três fatores essenciais na formação do raio x: nuvem de elétrons, aceleração dos elétrons e alvo ou anteparo. Ao colidir no ânodo ocorre uma desaceleração súbita dos elétrons, assim, convertendo-se a energia em 99% de calor e 1% de raio x
11	Comparação da Dose e Qualidade da Imagem de um Detector Flat- panel e um Intensificador de Imagem Comparison of Dose and Image	FRIEDRICH, L.; LUZ, D.; SILVA, D.(2016)	RELATO DE EXPERIÊNCIA	O sistema de fluoroscopia que utilizam intensificador de imagem têm sido substituídos por sistemas digitais, a dose recebida depende vários fatores como a experiência do operador e modo de pulso
	Quality of a Flat-panel Detector and an Image Intensifier			
12	Imagiologia	SOUSA, MARIA LAURA (2007)	REVISÃO DE LITERATURA	O aparelho móvel arco em C, possui 3 principais componentes. Sendo eles: a ampola de Raios-X em conjunto com o intensificador de imagem, o console para manipulação das técnicas e modos de aquisição e os monitores.
13	Benchmarking internacional de arcos em C em cirurgia cardiovascular e ortopédica	SIEMENS, S.; HEALTHCARE; FERREIRA, M (2007)	DISSERTAÇÃO	Há dois modos de aquisições de imagens nesses aparelhos, a fluoroscopia contínua deve ser utilizada com cautela, pois o seu uso recorrente pode trazer efeitos negativos não apenas para o paciente, mas como para os profissionais expostos. Com isso, o modo de fluoroscopia pulsada resultou da necessidade de redução da dose total administrada
14	Proteção radiológica aplicada à radiologia intervencionista	MOURA, R.; BACCHIM NETO, F. A (2015)	REVISÃO DE LITERATURA	Para diminuir a radiação incidente no corpo dos profissionais, existem várias proteções pessoais, como aventais, óculos e protetores de tireoide. a. No entanto, tais protetores devem ser utilizados com cautela para evitar um aumento da dose de radiação, devido ao controle automático de exposição do sistema de fluoroscopia
15	Estudo exploratório de conhecimento dos circulantes de sala de operação sobre radioproteção em centro cirúrgico: subsídio para a elaboração de	SILVA, L. P. et al. (2008)	REVISÃO DE LITERATURA	As principais vestimentas de proteção individual que devem ser utilizadas pelos profissionais de saúde ocupacionalmente expostos são os: protetores de tireoide, aventais de chumbo, luvas e óculos protetores. Desse modo, vale destacar que embora os riscos de exposições às radiações ionizantes

	recomendações práticas			sejam minimizadas com o uso dos equipamentos de proteção e com recursos que visam promover uma educação voltada a radioproteção
16	A IMPORTÂNCIA DO USO DO DOSÍMETRO NOS PROFISSIONAIS MÉDICOS NO SERVIÇO DE HEMODINÂMICA	Melo, FA (2015).	REVISÃO DE LITERATURA	O uso do dosímetro individual por parte dos profissionais de saúde constitui o principal meio de avaliação da eficácia de um programa de controle de dose individual estabelecido no serviço de radiodiagnóstico. É primordial que os dosímetros sejam utilizados corretamente, associados aos Equipamentos de Proteção Individual (EPI s) e coletivo.

Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2023

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante disso, o Arco em C torna-se indispensável em ambientes hospitalares por possibilitar a realização de cirurgias cada vez menos invasivas e mais rápidas, pois antigamente uma cirurgia representava cortes gigantescos no corpo, hoje esses procedimentos podem ser feitos de forma muito mais simples e prática reduzindo os riscos de complicações posteriores. Embora, os pontos positivos de sua utilização sejam indisputáveis por representar um expressivo desenvolvimento em relação ao lamentável cenário cirúrgico de antigamente, devido às técnicas insalubres e precárias aplicadas e a falta de conhecimento científico da época. E após a descoberta dos Raios-X, em 1895, tudo começa a mudar. Tanto no diagnóstico como no tratamento cirúrgico.

Vale ressaltar também, as medidas de radioproteção perante o seu manuseio, adotando como princípio os três pilares da radioproteção. Ou seja, utilizando o menor tempo possível de exposição, uma blindagem adequada a uma distância adequada, atentando-se aos profissionais presentes no procedimento que devem ser corretamente orientados e informados sobre a utilização dos EPI's – Equipamento de Proteção Individual - ou seja, vestimentas pumblíferas como aventais de chumbo, protetores de tireóide e óculos pumblíferos durante todo o período que forem feitas as exposições, assim como o uso da monitoração individual do operador por meio do dosímetro.

Portanto, justifica-se a elaboração de um trabalho científico descritivo direcionado aos profissionais, sejam eles técnicos ou tecnólogos em radiologia, profissionais já formados e ainda outros que desejam ampliar seus conhecimentos neste segmento de como é o funcionamento do Arco Cirúrgico (C-Arm) assim como as diretrizes de proteção radiológica para que o manuseio seja realizado de maneira adequada. Contribuindo assim, para que sua manipulação seja feita por profissionais que conheçam bem esses equipamentos e que sejam periodicamente treinados e atualizados sobre as novas tecnologias, pois essa ferramenta vem se aprimorando nos últimos anos com a adição de novos recursos, com a finalidade de reduzir quaisquer riscos advindos da radiação ionizante ao paciente e à equipe.

REFERÊNCIAS

- [1] MARINO, R.; GONZALES-PORTILLO, M. Preconquest Peruvian Neurosurgeons: A Study of Inca and Pre-Columbian Trephination and the Art of Medicine in Ancient Peru. *Neurosurgery*, v. 47, n. 4, p. 940–950, 1 out. 2000.
- [2] Clower WT, Finger S. Discovering trepanation: the contribution of Paul Broca. *Neurosurgery*. 2001 Dec;49(6):1417-25; discussion 1425-6.
- [3] MARIA, A.; PEREIRA, R. Estudo do Impacto da Descoberta dos Raios-X e das suas Aplicações Médicas em Portugal. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/7932/1/ulfc102601_tm_Ant%c3%b3nio_Pereira.pdf>.
- [4] SILVA, H. S. D. (2017). A DESCOBERTA DOS RAIOS X. VITTALLE - Revista De Ciências Da Saúde, 15(2), 77–82.
- [5] OKUNO, E. Efeitos Biológicos das Radiações Ionizantes. Acidente Radiológico de Goiânia. São Paulo, v. 27, n. 77, 2013. Disponível em: Acesso em: 04 set. 2022.
- [6] SANTANA, P. DO C. et al. Ambient radiation levels in positron emission tomography/computed tomography (PET/CT) imaging center. *Radiologia Brasileira*, v. 48, n. 1, p. 21–25, fev. 2015.
- [7] BONTRAGER, K. L.; LAMPIGNANO, J. P. Tratado de Posicionamento Radiográfico E Anatomia Associada. 9. ed. [s.l.] Elsevier Editora Ltda, 2018
- [8] TIPOS DE REVISÃO DE LITERATURA. [s.l.: s.n.], 2015. Disponível em: <<https://www.fca.unesp.br/Home/Biblioteca/tipos-de-evisao-de-literatura.pdf>>. Acesso em: 09 set 2022.
- [9] JOH, J. H. Endovascular Intervention with a Mobile C-Arm in the Operating Room. *Vascular Specialist International*, v. 35, n. 2, p. 70–76, 30 jun. 2019.
- [10] Boff, D., Kandler, R. S., Schneider, W., Silva, A. B., & Wesoloski, C. I. (2018). Aparelho de radiografia odontológico: funcionamento e formação de raios x. *Ação Odonto*, (2).
- [11] Maria Laura Sousa. *Imagiologia*. Lisboa: Instituto Piaget, 2007.
- [12] FRIEDRICH, L.; LUZ, D.; SILVA, D. Comparação da Dose e Qualidade da Imagem de um Detector Flat- panel e um Intensificador de Imagem Comparison of Dose and Image Quality of a Flat-panel Detector and an Image Intensifier. [s.l.: s.n.].2016
- [13] SIEMENS, S.; HEALTHCARE; FERREIRA, M. Benchmarking internacional de arcos em C em cirurgia cardiovascular e ortopédica. [s.l.: s.n.]. Disponível em:

<https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/12215/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o_%20MarisaFerreira.pdf>. Acesso em: 14 set. 2022.

[14] MOURA, R.; BACCHIM NETO, F. A. Proteção radiológica aplicada à radiologia intervencionista. *Jornal Vascular Brasileiro*, v. 14, n. 3, p. 197–199, set. 2015.

[15] SILVA, L. P. et al. Estudo exploratório de conhecimento dos circulantes de sala de operação sobre radioproteção em centro cirúrgico: subsídio para elaboração de recomendações práticas. *Radiol Bras*, São Paulo, v. 41, n. 5, p. 319-323, set./out. 2008.

[16] Melo, FA (2015). A IMPORTÂNCIA DO USO DO DOSÍMETRO NOS PROFISSIONAIS MÉDICOS NO SERVIÇO DE HEMODINÂMICA. *Revista Brasileira de Ciências da Radiação*, 3 (1A).