



FUNDAMENTOS PARA A PADRONIZAÇÃO DE INJEÇÃO DE MEIO CONTRASTE NA ANGIOTOMOGRAFIA

**Warley F Felix¹, Maria A F Veloso², Marcos E S Abrantes³,
Ramon V Miranda⁴, Dayane E Ribeiro¹**

¹ Hospital das Clínicas (UFMG) - Unidade de Diagnóstico por Imagem
Av. Professor Alfredo Balena, 110.
30130-100, Belo Horizonte, MG, Brasil, Brasil
warleyferreirafelix@gmail.com

²Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) - Departamento de Engenharia Nuclear (DEN)
Av. Antônio Carlos, 6627 Campus UFMG
31.270-901 - Belo Horizonte, MG, Brasil

³Faculdade Ciências Médicas de Minas Gerais (FCMMG) / FELUMA
Pós-Graduação em Higiene Ocupacional/Pós-Graduação em Radioproteção
Alameda Ezequiel Dias, 275.
30130-110 - Belo Horizonte, MG, Brasil

⁴Hospital Erasto Gaertner
Especialização em Dosimetrista para Radioterapia
Rua Dr. Ovande do Amaral, 201.
81520-060 –Curitiba, PR, Brasil

Palavras-Chave: Angiotomografia; TEP; fluxo de injeção; nível de contrastação

RESUMO

As angiografias por tomografia computadorizada (angiotomografias) são exames de realização complexa, onde fatores como, tempo de execução, fluxo de injeção de meio de contraste, calibre e local de punção do acesso venoso, o uso de injetoras de meio de contraste, dentre outros, interferem no desfecho dos exames, como pode ser visto neste estudo das angiotomografias para tromboembolia pulmonar (AngioTEP). Assim dessa forma, este estudo tem como objetivo analisar a influência da variação no protocolo de injeção de meio de contraste por via venosa, na leitura de densidade do meio de contraste na estrutura de interesse diagnóstico e na razão de contrastação (R_zC) entre essa estrutura de interesse e artéria Aorta. No estudo realizado foram encontrados os seguintes resultados de nível médio de contrastação na estrutura de interesse e R_zC , para: injeção manual 241,16 e 2,66; e para da utilização da injetora automatizada de meio de contraste foram utilizados os seguintes parâmetros de fluxo de injeção e densidade de disparo automático do exame, respectivamente: 3,5 ml.s⁻¹ e 90 HU: 293,9 e R_zC 3,68; 3,5 ml.s⁻¹ e 70 HU: 216,87 e R_zC 1,90; 4,0 ml.s⁻¹ e 70 HU: 266,00 e R_zC 1,98; 3,0 ml.s⁻¹ e 80 HU: 250,93 e R_zC 2,15; 3,5 ml.s⁻¹ e 80 HU: 220,30 e R_zC 1,50; 4,0 ml.s⁻¹ e 80 HU: 331,99 e R_zC 3,91; 4,5 ml.s⁻¹ e 80 HU: 344,43 e R_zC 4,69; 5,0 ml.s⁻¹ e 80 HU: 334,23 e R_zC 4,27. A técnica com melhor resultado tanto no nível médio de contrastação na estrutura de interesse diagnóstico quanto na R_zC foi aquela que utilizou fluxo de injeção de meio de contraste de 4,5 ml.s⁻¹ e leitura de densidade para início automático do exame em 80 HU com a contrastação de estrutura de interesse de 344,43 HU e R_zC de 4,69.



1. INTRODUÇÃO

Com os avanços adquiridos em resolução de imagens e tempo de varredura dos Tomógrafos Computadorizados (TC) na atualidade, muitos exames de diagnósticos por imagem que eram considerados padrão ouro, estão sendo substituídos por exames tomográficos, sejam pelo custo, pela acessibilidade ou por serem menos invasivos em relação aos outros métodos [1,2].

A Angiotomografia para o diagnóstico do tromboembolia pulmonar (AngioTEP), vem substituindo na maioria dos casos, a angiografia dos vasos pulmonares e a cintilografia pulmonar de ventilação e perfusão, principalmente por ser menos invasiva e de menor custo, além de apresentar capacidade diagnóstica semelhante à de outros métodos [3,4].

No Brasil existe uma considerável ausência de dados epidemiológicos relativos as tromboembolias venosas. De acordo com Darze (2016), entre os anos de 1989 e 2010, foram relatadas aproximadamente 93.000 mortes causadas por tromboembolias [5]. Conhecendo a realidade brasileira, o estudo salienta que fatores como a desigualdade no acesso aos cuidados de saúde, a qualidade dos serviços prestados em cuidados de saúde e as dificuldades de um diagnóstico clínico para TEP permite inferir que taxas de mortalidade por TEP são subestimadas. Essa inferência é reforçada pelas baixas taxas de mortalidade por TEP no Brasil em comparação com os Estados Unidos, onde há uma estimativa de que ocorram anualmente mais de 520 mil casos de TEP com cerca de 290 mil mortes [6, 7].

A falta de padronização e critérios de otimização em exposições médicas, de acordo com Brasil (1998), pode gerar divergências nos resultados dos exames. A busca de otimização dos exames em que o nível de contrastação da estrutura de interesse está precoce ou tardia em relação ao ideal, fornece informações com embasamento técnico-científico para que sejam ajustados os procedimentos e processos para realização das AngioTEP de forma padronizada. Diminuindo assim, a repetição dos exames e consequentemente reduzindo as doses de radiação fornecidas ao paciente [8].

No princípio da operação do novo tomógrafo da Instituição onde foi realizado esse estudo, houve uma demora na realização dos exames de angiotomografias, por falta de prática por até então esses exames não serem realizados (os tomógrafos antigos não apresentavam condições técnicas para a realização de angiotomografias). Com a implementação da realização das angiotomografias houve necessidade de adequações, o que causou a realização dos exames de forma não uniformizada. As modificações na forma de execução dos exames se dão conforme a necessidade melhorar os níveis de contrastação das estruturas de interesse. As variações encontradas na execução das técnicas ocorrem por três motivos:

- A adaptação do protocolo do tomógrafo modificando o valor de HU do disparo automático ou alteração do fluxo de injeção de meio de contraste, com o propósito de melhorar no nível de contrastação do exame;
- Diminuição do fluxo da injeção quando o calibre do acesso for menor que o recomendado.



- A realização do exame de forma manual por desabastecimento do kit de seringa para a injetora de meio de contraste.

Diante desse panorama, esse trabalho levantou e caracterizou as informações que compõem os parâmetros de execução das AngioTEP em um hospital público em Belo Horizonte – MG. Com a finalidade de produzir dados suficientes para indicar qual a técnica que apresenta melhor contrastação das estruturas anatômicas a serem investigadas, com intenção de auxiliar em situações inconclusivas e, ao final, produzir fundamentos para implantação de um processo padronizado para esse tipo de exame.

2. METODOLOGIA

Neste contexto, foram analisadas as diferentes técnicas de realização de exames AngioTEP para determinar o melhor protocolo de injeção de meio de contraste¹ a ser seguido, com a finalidade de reduzir o número de exames com diagnósticos indeterminados pela baixa contrastação das estruturas de interesse. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa/UFMG sobre o número CAAE 86446218.4.1001.5149.

2.1 O exame para AngioTEP, características técnicas e seus parâmetros

O exame para AngioTEP é uma varredura do tórax do paciente por meio de um tomógrafo computadorizado, simultaneamente é realizada a injeção automatizada de fármaco iodado radiopaco (meio de contraste) com a finalidade de contrastar a artéria pulmonar e seus ramos, de forma a permitir evidenciar ou não a presença de trombos que obstruem a circulação sanguínea no pulmão.

Para a realização dos exames de AngioTEP foi utilizado um tomógrafo Toshiba[®] de 64 canais e injetora de meio de contraste do fabricante Medrad, modelos Vistron CT e Stellant. Os parâmetros do protocolo atual da Instituição estudada para exames de AngioTEP são:

- A execução do exame no sentido caudo-cranial abrangendo toda área pulmonar;
- Disparo automático (*surestart*²) – programação para início da AngioTEP quando a densidade da estrutura de interesse atingir 80 Unidade de Hounsfield (HU);
- Tensão elétrica de pico 120 kV fixa e corrente elétrica com intensidade modulada;
- Tempo de rotação do tubo de raios-X de 0,5 segundo;
- Valor de *spiral pitch* de 0,828 e sem comando para apneia dos pacientes.

2.2 Parâmetros iniciais para realização do exame da AngioTEP

O protocolo de AngioTEP foi configurado pelo fabricante com disparo automático na densidade de 90 HU, e as recomendações do fabricante da injetora de meios de contraste

¹ Protocolo de injeção de contraste é a combinação entre o fluxo de injeção do meio de contraste com a programação do HU para o início automático do exame.

² Ferramenta de leitura de densidade de TC em HU (Toshiba[®]) e responsável pelo início automático do exame ao atingir a leitura de densidade programada [10] (HOFER, 2005).



são para a utilização de um acesso venoso por dispositivo de cânula plástica de no mínimo de 18 *gauges* e com fluxo de injeção de meio de contraste venoso de $3,5 \text{ ml}\cdot\text{s}^{-1}$ [9]. Esses parâmetros iniciais foram aplicados nas realizações dos exames e observado que apresentavam contrastação insuficiente na estrutura de interesse, sendo realizadas tentativas de modificação nesses parâmetros, principalmente alterações no fluxo de injeção de meio de contraste e mudanças no valor de leitura de densidade do disparo automático do exame.

2.3 Estudo do meio de contraste, nível de contrastação e parâmetros para análise de imagens.

A recomendação do Colégio Americano de Radiologia (ACR) é pela utilização de meio de contraste com concentração de iodo de 350 mg/ml ou superior, para a realização de angiotomografias [12, 13]. Como base do estudo foi utilizado o meio de contraste iodado não iônico em frascos de 50 ml com uma concentração em iodo de 300 mg/ml o qual já é de uso do setor de tomografia da Instituição. Foi estabelecido por Halpern (2009) em seu estudo, que o nível de contrastação da estrutura de interesse para AngioTEP deve estar entre 300 a 350 HU, para que o radiologista responsável pelo laudo possa confirmar ou refutar a presença de TEP [12].

As análises das imagens foram realizadas por *software* de visualização de imagens médicas e nele foi selecionando a imagem que melhor visualiza o tronco e a bifurcação da artéria pulmonar. Para as medições foi utilizado uma ferramenta de leitura de densidade, a ROI (região de interesse) em formato elíptico e área de $1,00 \text{ cm}^2$, sendo essa ROI posicionada próxima a bifurcação da artéria pulmonar e na Aorta torácica na mesma imagem, para definir os níveis médios de contrastação em HU, afim de e determinar a razão de contrastação (RzC) entre essas estruturas.

As figuras 1, 2 e 3 ilustram como a contrastação da estrutura de interesse das AngioTEP pode estar precoce, ideal e tardia, respectivamente.



Fig. 1. AngioTEP precoce. Estrutura de interesse com baixa contrastação (seta). Fonte: Própria.

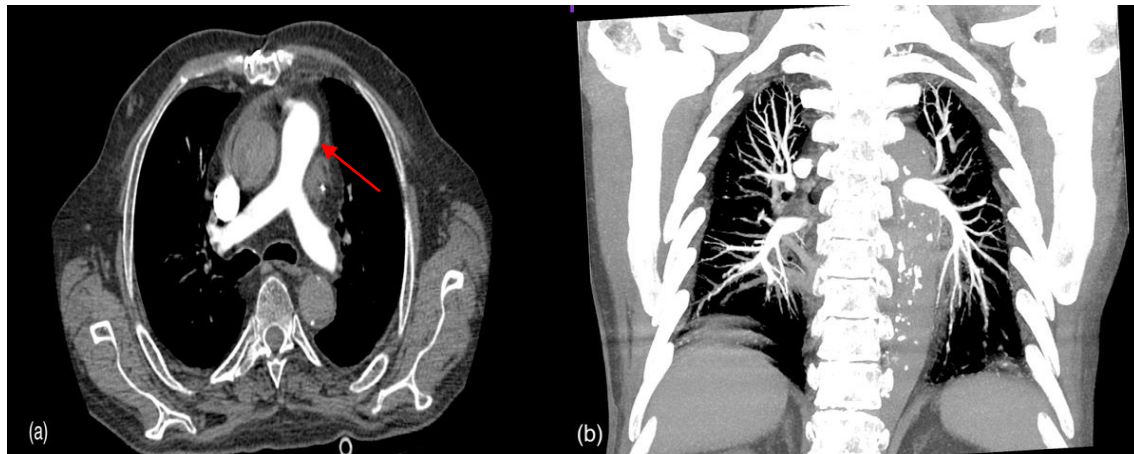


Fig. 2. AngioTEP ideal. a) Estrutura de interesse com contrastação ideal (seta); b) reformatação em projeção de máxima intensidade (MIP) Fonte: Própria.

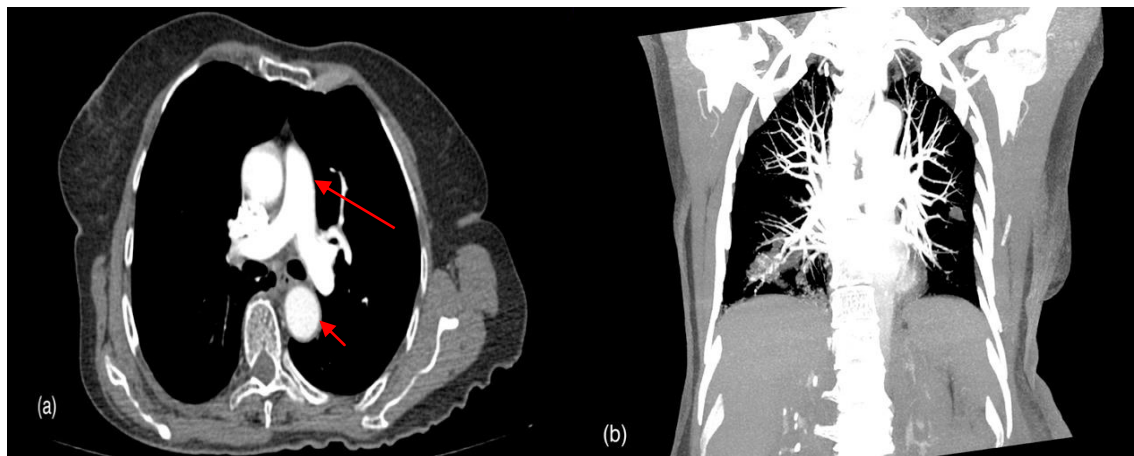


Fig. 3. AngioTEP tardia. a) Estrutura de interesse com contrastação (seta longa) e alta contrastação de estrutura que não é de interesse (seta curta); b) reformatação em projeção de máxima intensidade (MIP) Fonte: Própria.

2.4 Software para análise das imagens

Para a avaliação das imagens foi utilizado o *software* Horos que é um programa de código aberto para análise de imagens médicas. Uma de suas principais restrições é a falta de licenciamento pela *Food and Drug Administration* (FDA) para utilização em diagnósticos médicos. Contudo ele é largamente utilizado no meio médico como auxílio em diagnóstico, por suas várias funcionalidades. O programa é licenciado pela *GNU Lesser General Public License*, que é aprovada pela *Free Software Foundation* [11].



3. RESULTADOS

As variações nas técnicas de realização das AngioTEP produzem uma diversidade de resultados de contrastação média na estrutura de interesse e na razão de contrastação como demonstrado nas figuras 4 e 5.

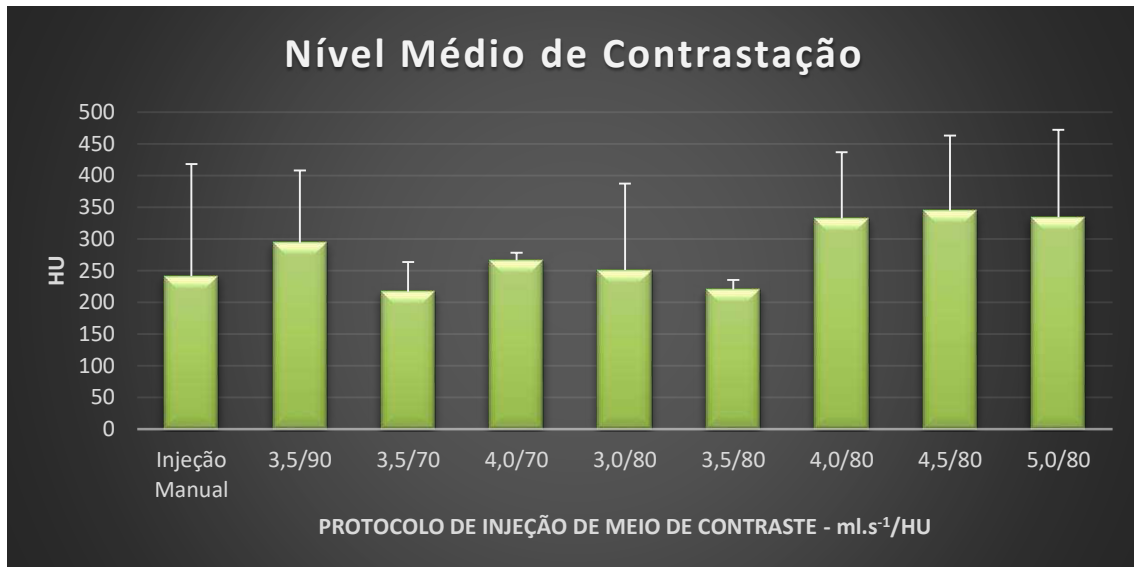


Fig. 4. Contrastação média e desvio padrão por protocolo de injeção de meio de contraste.

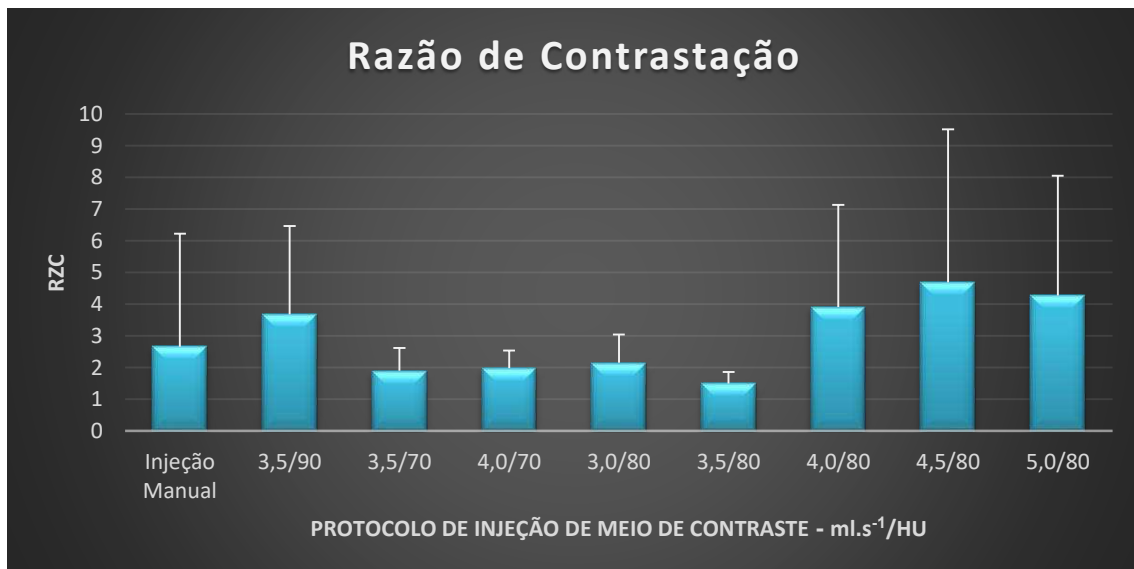


Fig. 5. Razão de contrastação média e desvio padrão protocolo de injeção de meio de contraste.

Os melhores resultados alcançados no nível de contrastação média e na R_{ZC}, foram obtidos no protocolo de injeção de meio de contraste que utiliza o fluxo de injeção de 4,5 ml.s⁻¹ e a densidade de 80 HU para o disparo automático, e foi observado que, quanto maior o valor da R_{ZC} maior é a contrastação na artéria pulmonar.

4. CONCLUSÃO



Os dados obtidos nesse estudo podem contribuir para o embasamento da elaboração de um protocolo de injeção de meio de contraste padronizado. O protocolo uniformizado visa a geração de exames com boa qualidade diagnóstica, evitando a repetição de exames ou mesmo que se submeta a outros testes em radiologia diagnóstica.

Pelos resultados obtidos a técnica que apresenta a melhor média de contrastação da estrutura de interesse é a que utiliza um fluxo de $4,5 \text{ ml.s}^{-1}$ e um disparo automático do exame configurado em 80 HU chegando ao resultado de $344,43 \pm 118,76$ HU no nível médio de contrastação e R_zC de $4,69 \pm 4,83$. Também podemos observar um crescimento quando comparamos os resultados da técnica utilizada no início de realização das AngioTEP (fluxo de injeção de meio de contraste de $3,5 \text{ ml.s}^{-1}$ com disparo automático de 90 HU) com contrastação média de $293,91 \pm 114,16$ HU e R_zC de $3,68 \pm 2,79$.

Outro fato importante é que as técnicas que comprovadamente não estabeleçam um nível de contrastação satisfatório, como a injeção manual de meio de contraste e outras que não atingiram o nível de contrastação mínimo estabelecido pela bibliografia, impossibilitando ao radiologista confirmar ou refutar a suspeita diagnóstica não sejam utilizadas, com a finalidade de diminuir os exames inconclusivos e evitando a repetição de exames e reduzindo sensivelmente a dose de radiação a que o paciente possa ser exposto.

AGRADECIMENTOS

Ao Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais, em especial à Unidade de Diagnóstico por Imagem por possibilitar a execução deste trabalho.

Ao Departamento de Engenharia Nuclear da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, pelo apoio educacional.

Aos meus orientadores, Profa. Dra. Maria Auxiliadora Fortini Veloso e Prof. Dr. Marcos Eugênio Silva Abrantes pela paciência e apoio a mim oferecidos.

Ao Ramon Vitor de Miranda Tecnólogo em radiologia pela UFMG, e Dosimetrista para Radioterapia pelo Hospital Erasto Gaertner em Curitiba – PR, pela importante ajuda nas pesquisas nos prontuários.

À Dayane Evelyn Ribeiro pelo auxílio na realização deste trabalho.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] NÓBREGA, Almir Inácio da. Manual de tomografia Computadorizada. **Atheneu**, 2005.
- [2] KONSTANTINIDES, Stavros *et al.* 2014 ESC guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism. **European heart journal**, p. ehu283, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu283>>. Acessado em: 30 /4/2017.
- [3] STEIN, Paul D. *et al.* Multidetector computed tomography for acute pulmonary embolism. **New England Journal of Medicine**, v. 354, n. 22, p. 2317-2327, 2006. Disponível em: <DOI:10.1056/NEJMoa052367>. Acessado em: 04 /3/ 2017.
- [4] SILVA, I. S. C.; MULLER, Nestor L. Diagnóstico por imagem do tromboembolismo pulmonar agudo. **J Bras Pneumol**, v. 30, n. 5, p. 474-9, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/jbpneu/v30n5/v30n5a12>>. Acessado o em: 16 /3/ 2017.
- [5] DARZE, E. S., Casqueiro, J. B., Ciuffo, L. A., Santos, J. M., Magalhães, I. R., & Latado, A. L. Mortalidade por embolia pulmonar no Brasil entre 1989 e 2010: disparidades regionais e por gênero. **Arq Bras Cardiol [revista eletrônica]**, p. 4-12, 2016.
- [6] NGC - National Guideline Clearinghouse. Guideline summary: ACR Appropriateness Criteria® acute chest pain - suspected pulmonary embolism. In: National Guideline Clearinghouse (NGC) [Web site]. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ); 2016. Disponível em: < DOI:10.1097/RTI.0b013e31823efeb6>. Acessado em 06 /3/ 2017.
- [7] ON CARDIAC, Expert Panels *et al.* ACR Appropriateness Criteria® Acute Chest Pain-Suspected Pulmonary Embolism. **Journal of the American College of Radiology**, v. 14, n. 5, p. S2-S12, 2017. Disponível em:< doi.org/10.1016/j.jacr.2017.02.027 >. Acessado em 21/5/ 2017.
- [8] BRASIL; MINISTÉRIO DA SAÚDE, ANVISA. Diretrizes de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico: Portaria nº 453. 1998.
- [9] BAE, K. T. Intravenous contrast medium administration and scan timing at CT: considerations and approaches 1. **Radiology**, v. 256, n. 1, p. 32-61, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1148/radiol.10090908>>. Acessado em: 16 /3/ 2017.
- [10] HOFER, Matthias. Tomografia Computadorizada - Manual prático de ensino. Ed. Revinter, 2005. ISBN 85-7309-855-4
- [11] *Horos Project* (2015). DICOM image viewing and measuring. [Horos v.2.02]. Disponível em: <<http://www.horosproject.org/>>. Acessado em: 26/1/2017
- [12] HALPERN, Ethan J. Triple-rule-out CT angiography for evaluation of acute chest pain and possible acute coronary syndrome. **Radiology**, v. 252, n. 2, p. 332-345, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1148/radiol.2522082335>>. Acessado em: 21/3/2017
- [13] ACR-AMERICAN COLLEGE OF RADIOLOGY *et al.* ACR-NASCI-SIR-SPR practice parameter for the performance and interpretation of body computed tomography angiography (CTA) 2017. Disponível em: <<https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Practice-Parameters/Body-CTA.pdf>>. Acessado em: 30/3/2017