

INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO ASIR (ADAPTATIVE STATISTICAL ITERATIVE RECONSTRUCTION) NO RUÍDO DA IMAGEM DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA PARA ALTAS TENSÕES

Mendes, L.M.M.¹, Pereira, W.B.R.¹, Vieira, J.G.¹, Lamounier, C.S.¹, Gonçalves, D.A.¹,
Carvalho, G.N.P.¹, Oliveira, P.M.C.^{1,2}, Reis, L.P.^{1,2}, Santana, P.C.¹

¹ Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Rua Alfredo Balena, 190
30130-100 Belo Horizonte, MG
lucasmocir2010@hotmail.com

² Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear (CDTN / CNEN - MG)
Av. Presidente Antônio Carlos, 6.627
Campus da UFMG - Pampulha
31270-901 Belo Horizonte, MG
paulomarcio2000@gmail.com

RESUMO

A tomografia computadorizada sofreu grandes avanços quanto aos equipamentos utilizados na prática diagnóstica, influenciando de forma direta nos níveis de radiação para o paciente. É imprescindível a otimização de técnicas que devem ser empregadas para cumprir o princípio de radioproteção ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*). O trabalho em questão objetivou estudar a relação do ASIR (*Adaptive statistical iterative reconstruction*), com o ruído da imagem. Foram obtidas imagens centrais de um simulador homogêneo de água em uma varredura de 20 mm, utilizando um tomógrafo *Lightspeed VCT* de 64 canais da *General Electric* em aquisições do tipo helicoidal, com tempo de rotação 0,5 segundos, Pitch 0,984:1, e espessura de corte 0,625 mm, todos esses parâmetros constantes, variando a tensão em dois valores distintos: 120 e 140 kV com utilização da corrente automática pelo CAE (Controle Automático de Exposição), variando de 50 a 675 mA (120kV) e de 50 a 610 mA (140kV), valor mínimo e máximo respectivamente permitidos para cada tensão. Foi determinado o ruído da imagem através do software livre ImageJ. Através da análise dos dados obtidos comparou-se a variação percentual do ruído na imagem tendo como base o valor do ASIR de 10%, concluindo que existe uma variação de aproximadamente 50% quando comparado com os valores de ASIR (100%) em ambas as tensões. Faz-se necessário a avaliação da dose em trabalhos futuros para melhor utilizar a relação existente entre dose e qualidade da imagem.

Palavras-chave: Tomografia computadorizada, Reconstrução Iterativa, Ruído.

1. INTRODUÇÃO

A Tomografia Computadorizada (TC) é uma modalidade diagnóstica que se baseia em princípios físicos de atenuação para obter imagens de cortes axiais do corpo humano. Por se tratar de uma técnica digital é possível processar as imagens geradas aplicando algoritmos matemáticos de reconstrução com diversas finalidades [1]. O mais utilizado na prática clínica é o denominado *filtered back projection* (FBP), um tipo de reconstrução analítica que consiste basicamente em utilizar as informações de cada detector provenientes das inúmeras irradiações em diversos ângulos do objeto (nesse caso o respectivo paciente), representativas de todas as atenuações, e através de formulações matemáticas obter a imagem das estruturas de acordo com as variações dos coeficientes de atenuação dos diversos tecidos biológicos [2].

O ASIR (*Adaptative Statistical Iterative Reconstruction*) é um algoritmo utilizado por equipamentos da GE (*General Electric*) que visa à reconstrução iterativa da imagem de TC com intuito de reduzir o ruído na imagem final. Esse método se baseia em modelos estatísticos que utilizam como base a informação da FBP e de um valor referência, tais dados são comparados e a partir de modelos estatísticos deduz-se um valor de atenuação com o ruído percentualmente e inversamente proporcional ao valor de ASIR escolhido no painel de controle do equipamento [3].

Outro parâmetro que pode ser alterado no protocolo do respectivo exame é o denominado Índice de Ruído, que por sua vez determina o grau de liberdade para variação da corrente, influenciando de forma direta no ruído da imagem final.

A Tomografia Computadorizada é a modalidade diagnóstica que mais contribui com o aumento da dose de radiação para o paciente, integralizando 40% da dose de radiação coletiva mundial [4], a portaria 453 da ANVISA [5] nos traz como princípio básico da radioproteção a Otimização da Proteção Radiológica, ou seja, manter os níveis de radiação tão baixos quanto razoavelmente exequíveis, levando em conta fatores sociais e econômicos além das restrições das doses aplicadas. Dito isso é imprescindível o aperfeiçoamento de práticas que condizem com a norma citada.

Através de conhecimentos prévios da influência de cada parâmetro em um protocolo de TC pode-se otimiza-los com intuito de reduzir a dose de radiação no paciente, mantendo a qualidade diagnóstica da imagem. O presente estudo visa analisar a influência do ASIR associado aos diferentes Índices de Ruído com o ruído final da imagem para altas tensões, objetivando uma análise comportamental desse algoritmo específico. Almeja-se alcançar tais objetivos através da análise dos dados obtidos experimentalmente, utilizando uma variedade de softwares computacionais cada qual com o seu objetivo.

2. METODOLOGIA

Um *Phanton* homogêneo de água (Figura 1) foi irradiado em sua parte central em uma varredura de 20mm, utilizando um protocolo com seguintes parâmetros: varredura helicoidal com espessura de reconstrução de 0,625mm, 40mm de detectores, pitch de 0,984, velocidade de rotação 39,37mm/rot, com tempo de rotação de 0,5s; Corrente automática: 50-675mA, Smart mA (Controle automático de exposição com a variação angular do tubo) ativado. Todos foram mantidos constantes com variação da tensão as quais foram utilizadas 120 e 140kV.

Para o valor de ASIR = 10% o Índice de Ruído do equipamento foi variado do seu valor mínimo ao valor máximo (0,5 – 70) com acréscimo no valor de 5 em 5, exceto para o último Índice que foi utilizado o máximo permitido de 70. Foram geradas 33 imagens por varredura e através da manipulação com o software livre *RadiAnt Dicom Viewer* versão 4.0.2 foram selecionadas as imagens centrais (imagem 17) para análise do ruído. O formato DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) foi mantido com o objetivo de conservar a qualidade, parâmetros de aquisição e resolução da imagem. O mesmo processo foi repetido para os demais valores do ASIR com variação de 10 em 10% até o limite de 100% permitido pelo equipamento.

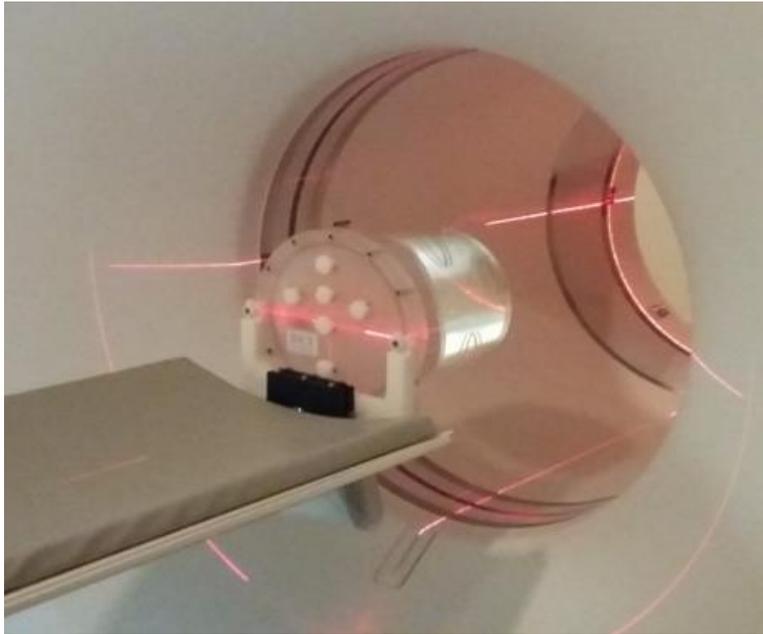


Figura 1: Montagem do *Phantom* para irradiação

As imagens centrais foram analisadas através do software livre ImageJ onde foram selecionados 5 ROI's circulares com áreas de $471,115 \text{ mm}^2$ por Região de interesse (Fig. 2) e calculados o desvio padrão da escala de Hounsfield (HU) para cada corte.

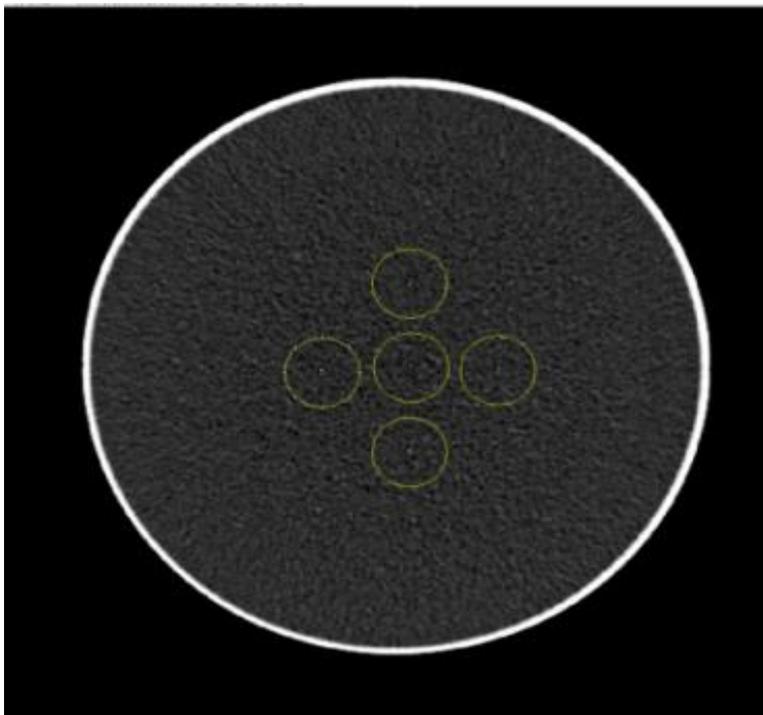


Figura 2: representação dos 5 ROI's analisados por imagem no ImageJ

Através da média de cada desvio padrão por imagem foi calculado o ruído percentual de todas as imagens de interesse através da equação 1.

$$Ruído (\%) = \frac{\sigma_{ROI}}{1000} \times 100 \quad (1)$$

onde σ_{ROI} é a média do desvio padrão do número de CT nos 5 ROI's, e 1000 é a diferença entre os valores nominais do número de CT para água e ar.

Foram montadas duas planilhas independentes no Excel para cada valor de Tensão, os dados foram analisados separadamente para depois haver comparação das diferenças obtidas.

3. RESULTADOS

3.1. Resultados referentes a tensão de 120 kV

Associou-se as grandezas Índice de Ruído (IR) e ruído na imagem para cada valor de ASIR, notou-se 3 regiões distintas. Para valores do IR de 0,5 até 5,5 (Figura 3) não houve variação significativa no ruído da imagem para cada valor de ASIR. Para esses casos a variação notada deve-se exclusivamente a influência da reconstrução iterativa aplicada. A constância dos valores foi comprovada através do cálculo do desvio padrão e Coeficiente de Variação para cada reta, comprovando valores de dispersão menores que 4 % com relação a média para todas as retas.

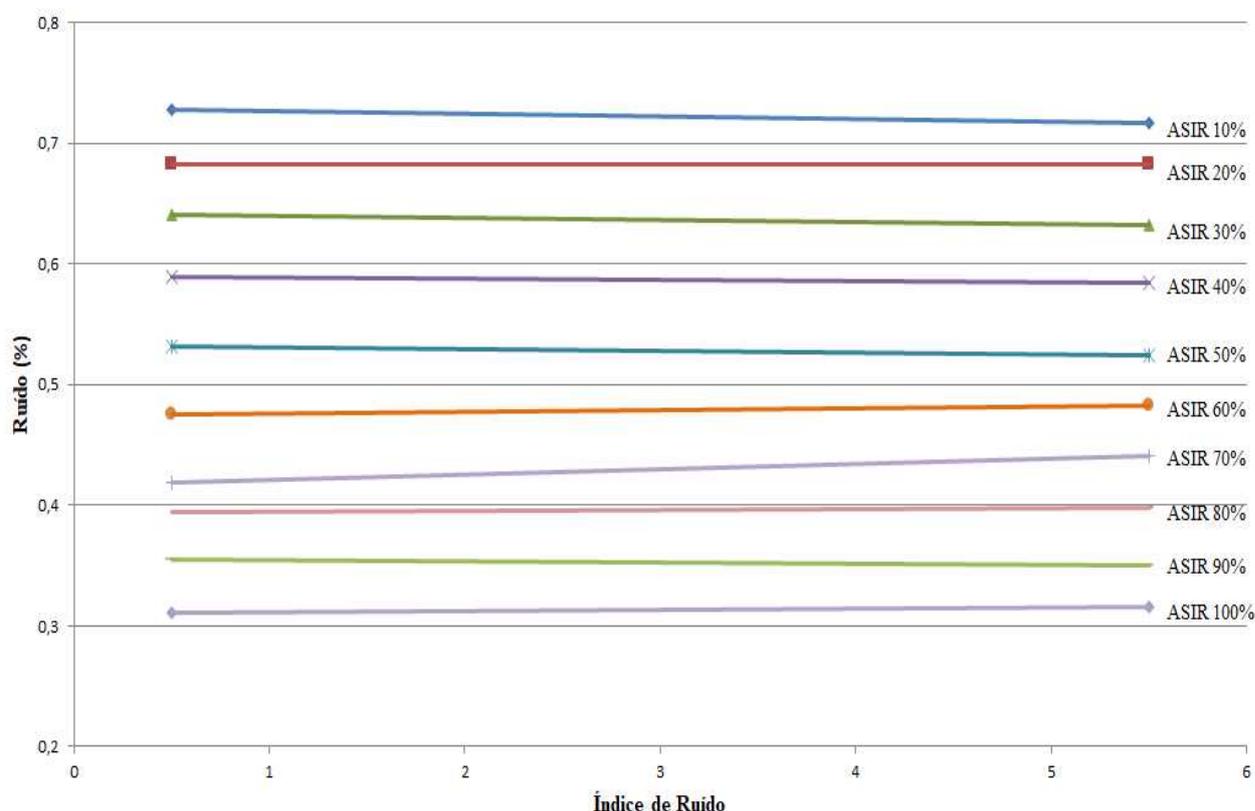


Figura 3: Variação do ruído percentual correlacionado ao Índice de Ruído (0,5 a 5,5) para cada valor de ASIR (120 kV)

Para Valores de IR entre 5,5 e 30,5 percebe-se uma faixa de maior variação do ruído para cada ASIR demonstrada na Figura 4. Conclui-se que protocolos para 120 kV devem ser otimizados nessa respectiva faixa uma vez que a resposta aos parâmetros se mostra mais eficiente.

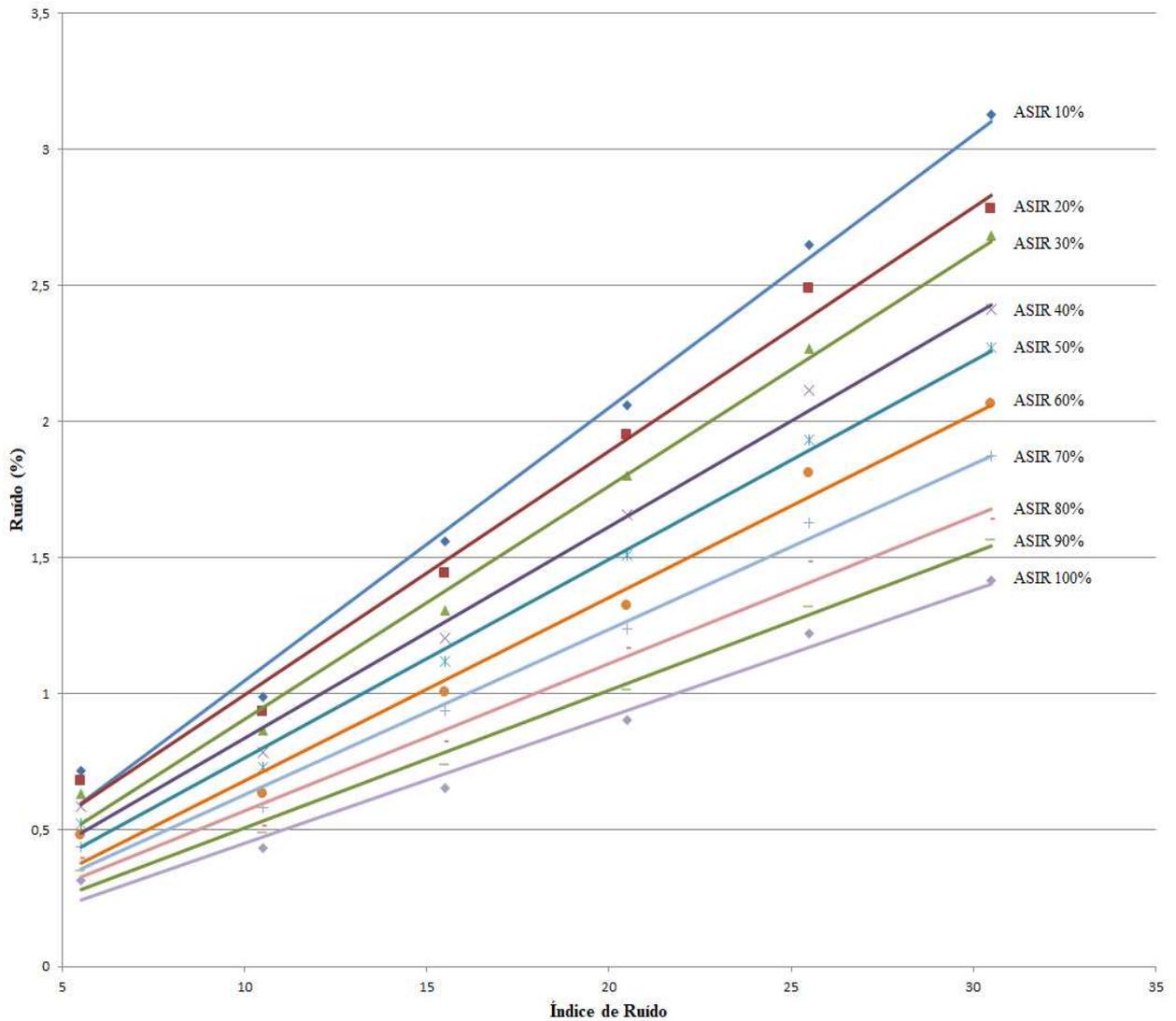


Figura 4: Variação do ruído percentual correlacionado ao Índice de Ruído (5,5 a 30,5) para cada valor de ASIR (120 kV)

Do valor de IR = 30,5 até o valor máximo de 70 (Figura 5) o ruído volta a sua variação notada no gráfico 1 semelhante aos valores iniciais. A constatação da variação insignificante foi realizada com os mesmos cálculos realizados na faixa inicial obtendo-se todos os valores de dispersão da média menores que 3 %.

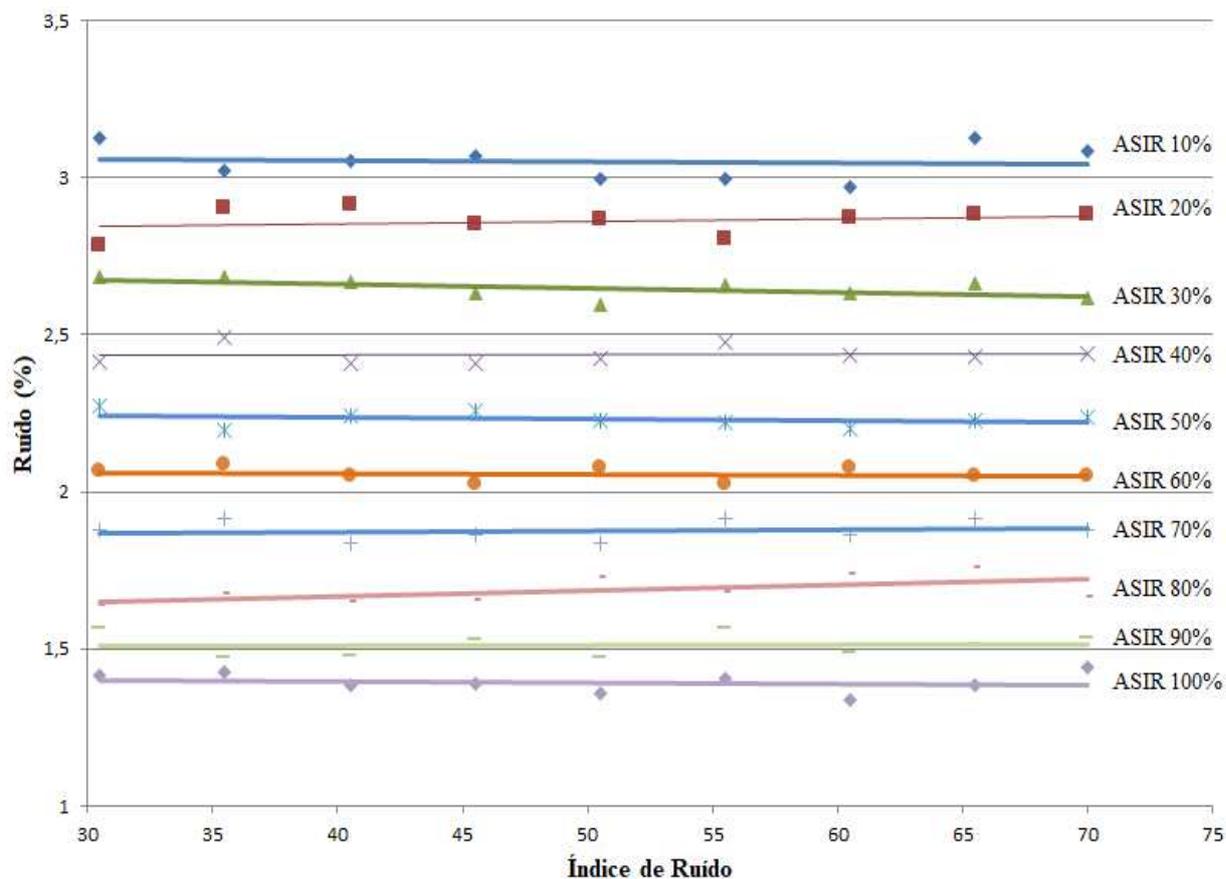


Figura 5: Variação do ruído percentual correlacionado ao Índice de Ruído (30,5 a 70,0) para cada valor de ASIR (120 kV)

3.2 Resultados referentes a tensão de 140 kV

O mesmo processo foi repetido para a Tensão de 140 kV, notou-se constância nos valores de ruído para a faixa de IR de 0,5 a 5,5 (Figura 6), Variação na faixa de 5,5 até 25,5 (Figura 7) e valores com baixa dispersão para a faixa de 25,5 até 70 (Figura 8).

A dispersão em torno da média nas regiões consideradas como constantes atingiu um máximo de 4 %.

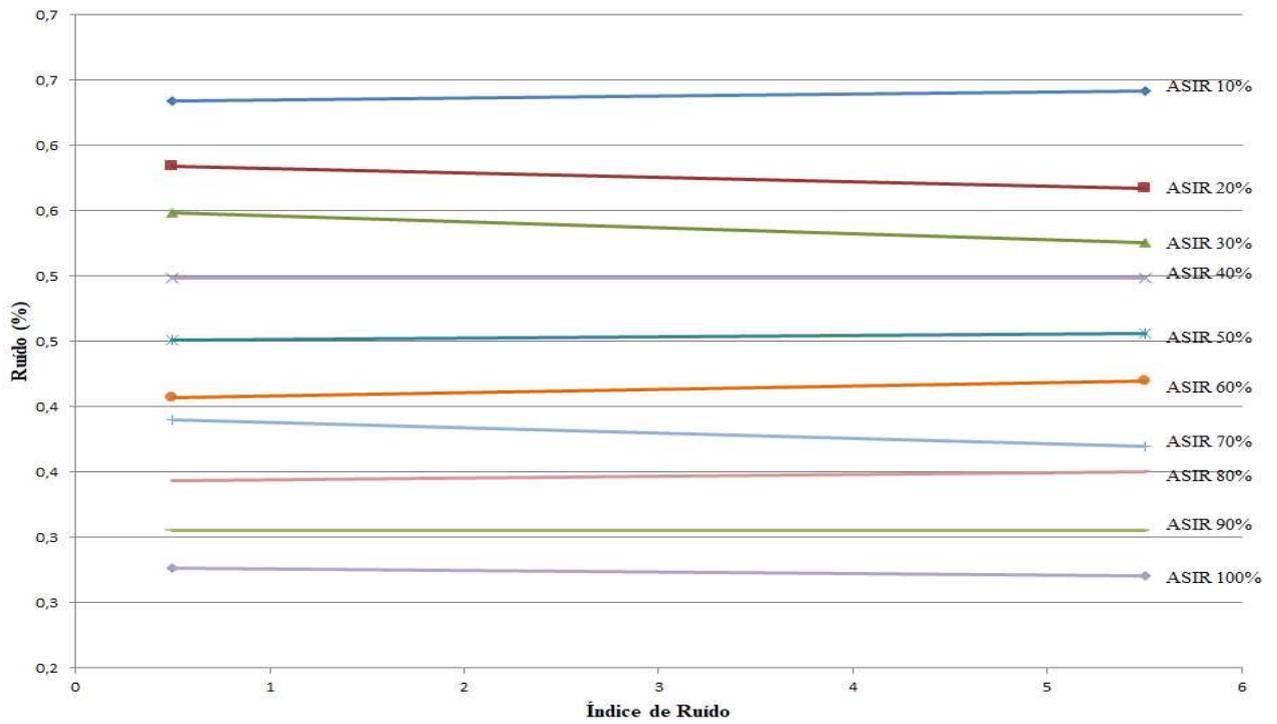


Figura 6: Variação do ruído percentual correlacionado ao Índice de Ruído (0,5 a 5,5) para cada valor de ASIR (140kV)

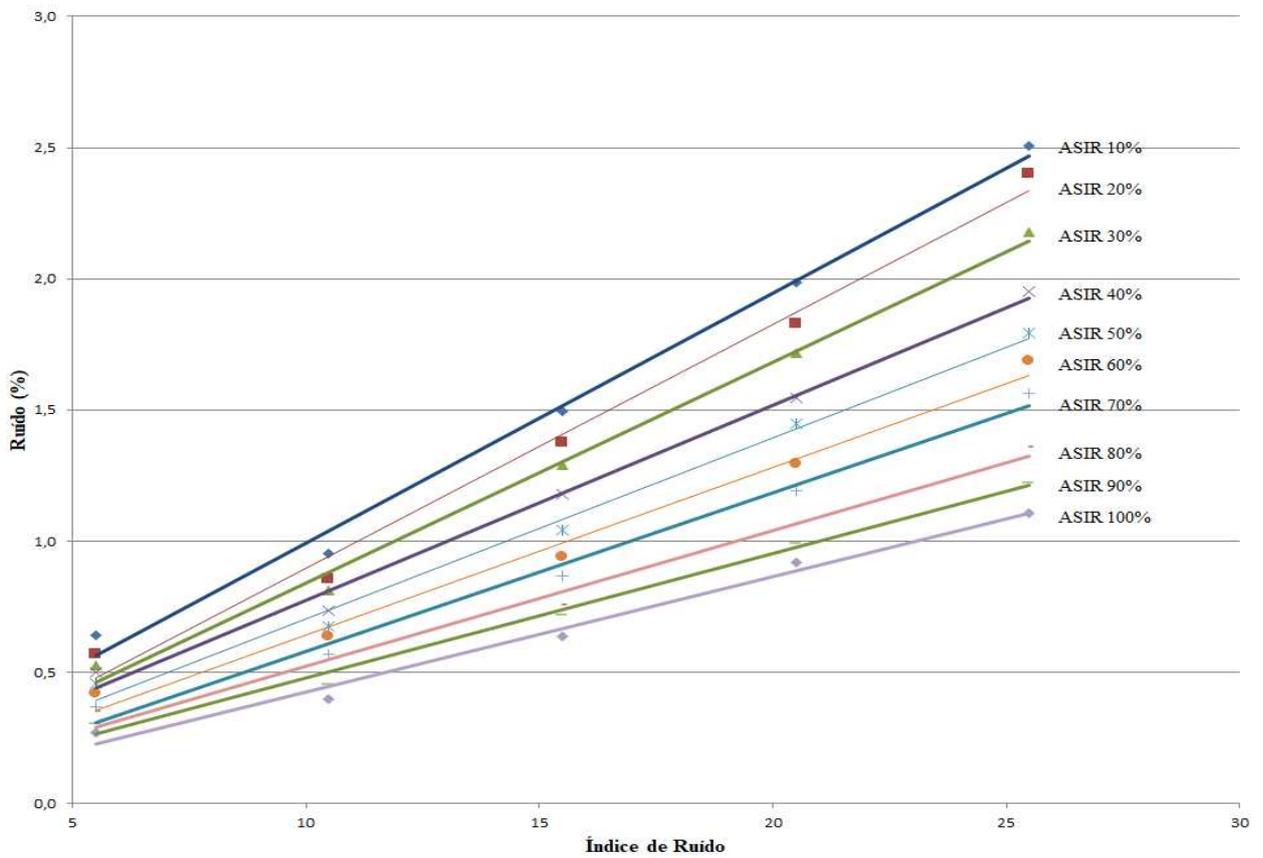


Figura 7: Variação do ruído percentual correlacionado ao Índice de Ruído (5,5 a 25,5) para cada valor de ASIR (140kV)

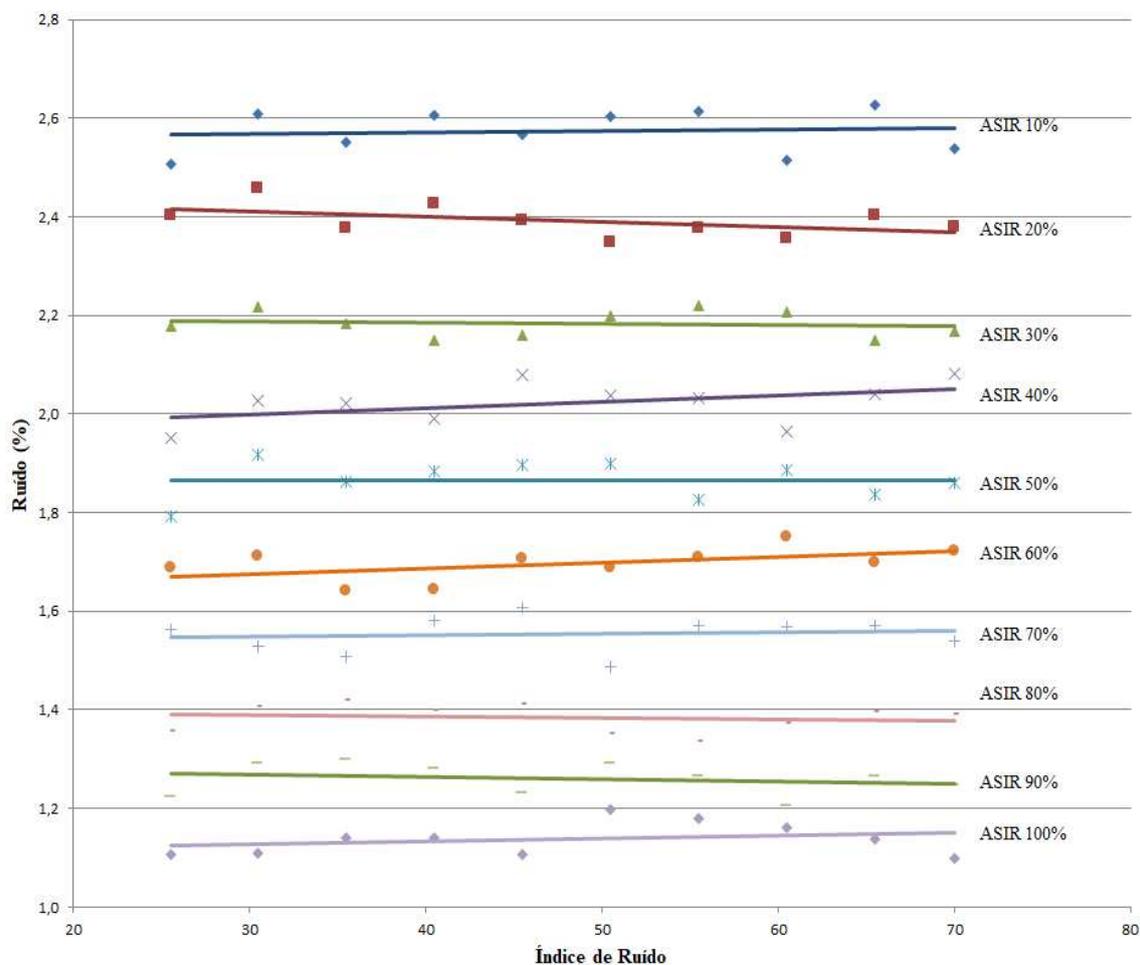


Figura 8: Variação do ruído percentual correlacionado ao Índice de Ruído (25,5 a 70,0) para cada valor de ASIR (140kV)

3.3 Correlação dos resultados

Constatou-se uma variação considerável no ruído da imagem ao alterar os dois parâmetros. Do ASIR 10 ao 100 % notou-se uma variação maior que 50 % para todos os IR utilizados em ambas as tensões.

Existe uma faixa a qual representa uma maior variação do ruído, mostrando-se, portanto propícia para melhor otimização de protocolos. Percebe-se, no entanto que essa respectiva faixa é um pouco menor para a tensão de 140 kV.

O objetivo maior da utilização do ASIR é a compensação do ruído na imagem quando se reduz os parâmetros no equipamento, tais resultados demonstram maior faixa de influência desse tipo de Reconstrução Iterativa para tensões menores.

4. CONCLUSÃO

Através da toda a análise exposta anteriormente conclui-se que o ASIR é uma ferramenta que possui um alto potencial para a melhoria da qualidade da imagem quando utilizada da maneira correta. O estudo em questão traz resultados promissores, porém que devem ser aprofundados em trabalhos futuros com a medida da dose para cada parâmetro utilizado e repetição para outras faixas de tensões uma vez que notou-se uma diferença comportamental do ruído entre as duas tensões utilizadas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq e a Pró-Reitoria de Pesquisa da UFMG pelos fomentos, que contribuíram para a realização do estudo, e a todos envolvidos no grupo de pesquisa, que colaboraram com troca de ideias e produção de conhecimento científico.

REFERÊNCIAS

1. MUSIAL, J. E. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. 2010.
2. SINGH, S. et al. Abdominal CT : Comparison of Adaptive Statistical Iterative and Filtered Back Projection Reconstruction Techniques. **Radiology**, v. 257, n. 2, p. 373–383, 2010.
3. SILVA, A. C. et al. **Innovations in CT dose reduction strategy: Application of the adaptive statistical iterative reconstruction algorithm****American Journal of Roentgenology**, 2010.
4. SAVI, M. B. Estudo Dos Níveis De Referência De Diagnóstico Para Procedimentos De Tomografia Computadorizada No Estado De Santa Catarina. 2014.
5. BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Portaria 453, 01/06/1998. **Portaria SVS/MS 453, 01/06/1998**, v. 1, 1998.