

Proposta de Redução de Doses em Pacientes Submetidas à Biópsia Estereotáxica de Mama

Dose Reduction Proposal in Patients Undergoing Stereotactic Breast Biopsy

Caio V. Oliveira¹, Henrique V. Cabete¹, Fátima F. R. Alves², Simone Elias³,
Sílvio R. Pires⁴, Regina B. Medeiros², Marcelo B. Freitas⁴

¹Programa de Residência em Área Profissional de Física Médica da Universidade Federal de São Paulo (HSP/EPM-UNIFESP), São Paulo, Brasil

²Escola Paulista de Medicina - Universidade Federal de São Paulo (EPM-UNIFESP), São Paulo, Brasil

³Disciplina de Mastologia do Departamento de Ginecologia da Escola Paulista de Medicina – Universidade Federal de São Paulo (EPM-UNIFESP), São Paulo, Brasil

⁴Departamento de Informática em Saúde da Escola Paulista de Medicina - Universidade Federal de São Paulo (DIS/EPM-UNIFESP), São Paulo, Brasil

Resumo

Biópsia estereotáxica em lesões mamárias é um procedimento clínico minimamente invasivo utilizado para avaliação de lesões suspeitas, onde se realiza um maior número de imagens comparado à mamografia diagnóstica. Os níveis de referência de dose glandular média (DGM), associados aos critérios de qualidade de imagem são importantes indicadores que podem ser utilizados como estratégia para redução das doses. Ao longo de um período de 23 meses foram coletados dados de técnicas radiográficas, espessuras das mamas e número de imagens geradas na biópsia de pacientes assistidas em uma clínica dedicada à patologias mamárias. A partir destas informações e dos dados de rendimento do equipamento foi possível estimar a DGM e o kerma-ar na entrada da pele (K_{EP}) de cada paciente. Visando a adequação das doses aos valores sugeridos nas referências internacionais, novos protocolos de exposição foram propostos e posteriormente avaliados com relação à qualidade das imagens. A análise do simulador CIRS demonstrou que a qualidade da imagem foi preservada com os novos protocolos de exposição propostos, mas com uma redução de aproximadamente 45% nos valores de dose anteriormente praticados.

Palavras-chaves: mamografia, biópsia estereotáxica, redução de dose, qualidade da imagem.

Abstract

Stereotactic breast biopsy is a minimally invasive medical procedure used to evaluate suspicious lesions, number of images is higher when compared to diagnostic mammography. The reference levels of the mean glandular dose (MGD) associated with the criteria of image quality are important indicators that can be used as a strategy to reduce the doses. Over a period of 23 months, data were collected: radiographic techniques, breast thicknesses and number of images generated in the biopsy of patients assisted in a clinic dedicated to breast diseases. From this information and the yield of the equipment it was possible to estimate the MGD and the kerma-air at entrance of the skin (K_{EP}) of each patient. Aiming to suit the doses to the values suggested in the international references, new exposure protocols were proposed and later evaluated in relation to the quality of the images. The analysis of the CIRS phantom showed that the image quality was preserved with the new exposure protocols proposed, but with a reduction of approximately 45% in the dose values previously practiced.

Keywords: mammography, stereotactic biopsy, dose reduction, image quality.

1. Introdução

A utilização de um sistema de estereotaxia permite a localização precisa em três dimensões das lesões mamárias em que haja suspeita de malignidade dos achados mamográficos. A profundidade das lesões determinada através das projeções anguladas auxilia na trajetória da agulha de biópsia. Devido às características do procedimento e ao número de imagens, a dose glandular média (DGM) acumulada por procedimento pode ser substancialmente elevada, comparada a uma mamografia diagnóstica. Estas doses podem ser ainda maiores quando não são utilizadas as técnicas radiográficas adequadas para

os distintos padrões mamários¹. Como as doses estão correlacionadas com os riscos de reações teciduais e efeitos estocásticos, como a indução de câncer, faz-se necessária a redução da dose à níveis que garantam a qualidade de imagem requerida para a localização e coleta de amostras para análise.

Os níveis de dose glandular média associados aos critérios de desempenho dos sistemas de imagem estabelecidos pelo protocolo europeu de garantia de qualidade em mamografia (EUREF²) podem ser utilizados como estratégia para redução de doses em pacientes submetidas à biópsia estereotáxica de mama, principalmente em

equipamentos que não dispõem de um sistema de controle automático de exposição (CAE). Em associação com a análise da capacidade de detecção do sistema de imagem, normalmente dependente da técnica radiográfica empregada no procedimento, permitem a implementação de processos de otimização da relação dose-imagem.

Este trabalho teve como objetivo realizar um levantamento dos protocolos de aquisição das imagens de biópsia estereotáxica de mama em uma clínica dedicada a patologias mamárias, bem como estimar as doses de radiação que recebem as pacientes nesses procedimentos. A partir deste levantamento foi implementado um processo de otimização propondo novos parâmetros técnicos de exposição das pacientes que reduzissem as doses praticadas nos procedimentos de biópsia, sem perda da qualidade de imagem para localização das lesões mamárias.

2. Materiais e Métodos

Para este estudo, foi utilizado um equipamento de estereotaxia de mama Multicare Platinum - Lorad Medical System Inc. O equipamento possui sistema de imagem digital Lorad® DSM (sensor CCD acoplado a lente de alta eficiência) com FOV de 5,5 x 5,5 cm e combinação alvo e filtro de molibdênio (Mo/Mo). A unidade foi fabricada em 1994 e não dispõe de dispositivo de controle automático de exposição (CAE) instalado. Os testes de controle de qualidade e manutenção preventiva são realizados rotineiramente.

2.1 Testes de desempenho

Inicialmente foram efetuados testes de desempenho segundo os critérios de estimativa da dose e qualidade de imagem recomendados nos protocolos nacionais e internacionais²⁻⁶, permitindo validar os resultados do controle de qualidade realizado no equipamento. As medidas dos valores de rendimento para diferentes valores de tensão aplicada (diferentes valores de camada semirredutora – CSR) foram realizadas com câmara de ionização de 6 cm³ dedicada à mamografia (Radcal®, modelo 10X6-6M).

2.2. Levantamento das informações de caracterização dos procedimentos de biópsia

Foram analisadas as técnicas radiográficas (protocolos) dos procedimentos realizados durante um período de 23 meses (abril/2014 – março/2016), totalizando 133 pacientes. Registrou-se os valores de tensão pico (kV_p), produto corrente-tempo (mAs), espessura de compressão da mama, número de exposições (imagens) e distância do ponto focal à superfície da mama do paciente (DFS) para cada procedimento realizado.

Por meio dos valores de rendimento obtidos nos testes de desempenho para cada tensão aplicada e da correção das DFS, foi possível calcular o kerma-ar na entrada da pele (K_{EP}) na mama de cada paciente submetida à biópsia no período do levantamento realizado. Determinou-se também a

dose glandular média (DGM) empregando o método de Dance⁷, conforme os parâmetros descritos na Equação 1.

$$DGM = K_{EP}.g.c.s \quad (1)$$

Onde (K_{EP}) corresponde ao kerma-ar na entrada da pele sem o retroespalhamento, (g) à correção da DGM para uma mama de glandularidade de 50%, (c) à diferença em composição de mamas típicas para 50% de glandularidade para vários valores de CSR e espessuras de mama, e (s) ao fator de combinação alvo/filtro.

Os valores de DGM obtidos foram comparados com os valores limites aceitáveis (*acceptable*) e exequíveis ou desejáveis (*achievable*) estabelecidos no EUREF².

2.3. Determinação da técnica radiográfica adequada para os níveis sugeridos de dose glandular média

Foram estimados os valores de K_{EP} necessários para manter os níveis de DGM de acordo com os valores de referência sugeridos na publicação da EUREF². A partir destes valores de dose foram determinadas as diferentes técnicas radiográficas adequadas (kV_p e mAs) para realização dos procedimentos, considerando as diferentes espessuras de compressão da mama. A Equação 2 determina o produto corrente-tempo levando em consideração a correção da distância do foco à entrada da pele e a distância aonde foram realizadas as medidas.

$$mAs = \frac{K_{EP}.d_{FP}^2}{R_{FD}.d_{FD}^2} \quad (2)$$

Onde d_{FP} é a distância foco-pele; R_{FD} é o rendimento na distância foco-detector (corrigido para a distância foco-detector igual à 70 cm) para uma dada tensão (kV_p) e d_{FD} a distância foco-detector (70 cm).

2.4. Análise da Qualidade de Imagem

Para avaliar o impacto da proposta de alteração das técnicas radiográficas na qualidade da imagem, foram realizados novos testes de desempenho do equipamento e de qualidade das imagens. Avaliou-se comparativamente pelo método subjetivo através da detecção de estruturas do simulador e objetivamente por meio da avaliação da função de transferência de modulação (MTF) e da razão contraste-ruído (CNR).

O simulador de mama utilizado foi o de tecido equivalente de fabricação da CIRS – Computerized Imaging Reference Systems, INC., modelo 011A, espessura 45 mm e material referente a composição de 50% de tecido glandular e 50% de tecido adiposo.

A MTF foi obtida pelo método de análise da função do espalhamento de borda⁸ (ESF) de uma placa de cobre de 2 cm² e 0,1 mm espessura com

as bordas retas e polidas sobre 45 mm de espessura de polimetilmetacrilato (PMMA).

Foi utilizada a razão contraste-ruído (CNR) para avaliar a capacidade de detecção para espessuras diferentes do simulador de espessura padrão (45 mm). A avaliação da CNR foi realizada com placas de 10 mm de espessura de PMMA cada, totalizando espessuras de 20, 30, 40, 45, 50, 60 e 70 mm, posicionadas entre o suporte e a bandeja de compressão da mama, conforme sugerido no protocolo europeu de garantia de qualidade em mamografia².

3. Resultados

Os valores de CSR e rendimento para a faixa de tensão do equipamento obtidos nos testes de desempenho estão expressos na Tabela 1.

Tabela 1: Camadas semirredutoras e rendimentos para faixa de tensão avaliada. Combinação alvo/filtro: Mo/Mo.

Tensão (kVp)	CSR (mm Al)	Rendimento @ 1 m (10 ⁻² uGy/mAs)
24	0,276	3,6
25	0,289	4,1
26	0,301	4,7
27	0,312	5,2
28	0,322	5,8
29	0,331	6,4
30	0,340	7,1
31	0,349	7,7
32	0,357	8,3
33	0,363	9,0
34	0,370	9,7

A distribuição dos valores das doses estimadas por exposição e total acumuladas, considerando o número de imagens realizadas em cada procedimento, das espessuras das mamas assistidas e do número de imagens por paciente, estão expressas na Tabela 2.

Tabela 2: Distribuição do número de imagens por procedimento (biópsia), das espessuras das mamas comprimidas e dos valores de kerma-ar na entrada da pele (K_{EP}) e dose glandular média (DGM). DGM e K_{EP} expressos em valores por imagem e total acumulado por procedimento.

Variável	Média (I.C 95%)	1º Quartil	Mediana	3º Quartil
Nº de imagens	12 ± 1	8	11	14
Espessura (mm)	48 ± 2	40	47	54
K _{EP} (mGy)	16,6 ± 0,9	13,2	16,6	20,3
DGM (mGy)	3,2 ± 0,2	2,7	3,2	3,8
K _{EP} acumulada (mGy)	203 ± 21	112	179	257
DGM acumulada (mGy)	39 ± 4	23	36	47

Os valores de DGM calculados para cada biópsia realizada estão expressos na Figura 1. Dos procedimentos realizados, 113 (85,0%) apresentaram doses acima dos níveis aceitáveis estabelecidos pelos protocolos internacionais^{2,3} e 9

(6,8%) ficaram abaixo dos níveis desejáveis, considerando as espessuras da mama comprimida.

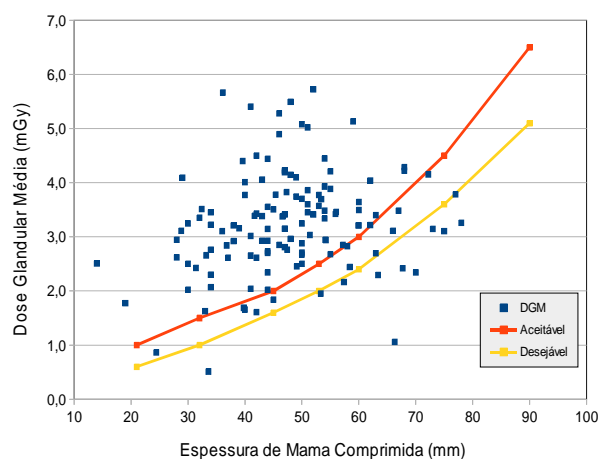


Figura 1: Distribuição dos valores de dose glandular média (DGM) de cada exposição realizada no procedimento de biópsia em relação às espessuras de mama. As curvas apresentam os valores de dose glandular média aceitáveis e desejáveis propostos.

A distribuição da DGM acumulada calculada para cada paciente, levando em consideração o número de imagens realizadas durante o procedimento, pelas espessuras de mamas estão expressos na Figura 2.

Os valores de kerma-ar na entrada da pele total acumulado por paciente estão ilustrados na Figura 3. A distribuição mostra que mamas volumosas onde haja necessidade de um número maior de imagens, devido à quantidade e complexidade das lesões, podem receber elevados valores de K_{EP} acumulado, conforme demonstra o terceiro quartil da distribuição, aproximadamente 0,26 Gy (Tabela 2).

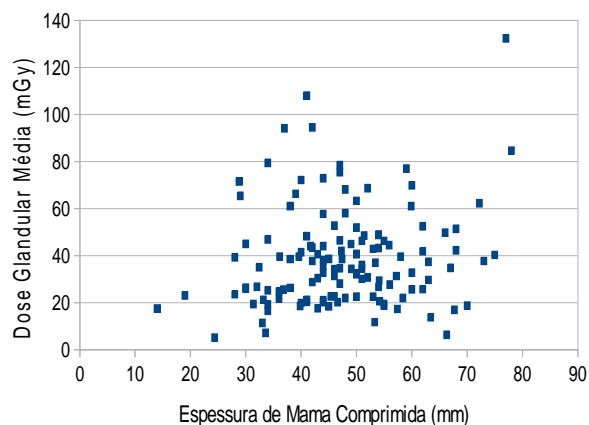


Figura 2: Dose glandular média (DGM) acumulada recebida durante todo procedimento de biópsia por paciente pela espessura da mama.

Com base nos valores de kerma-ar na superfície da mama e os valores de rendimento do equipamento foi estabelecido uma tabela de técnicas radiográficas (kVp e mAs) em concordância com os níveis de referência para DGM sugeridos no protocolo EUREF para diversas espessuras de mama comprimida (Tabela 3).

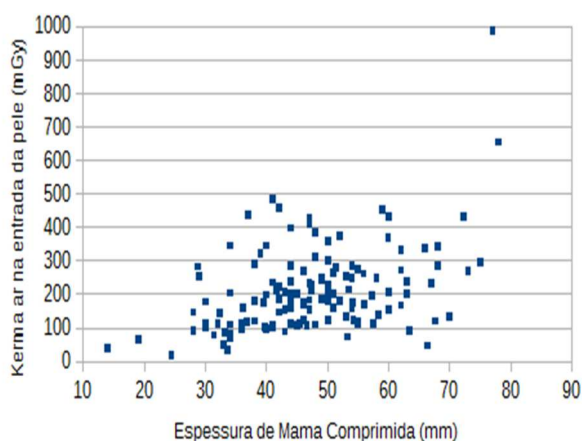


Figura 3: Valores de kerma-ar na entrada da pele total acumulado por paciente em função da espessura de compressão da mama.

Tabela 3: Técnicas radiográficas propostas levando em consideração os níveis de referência para DGM aceitáveis e desejáveis sugeridos no protocolo EUREF².

Espessura (mm)	Proporção Fibroglandular	Tensão (kVp)	Corrente-Tempo (mAs)	
			Nível Desejável	Nível Aceitável
21	97 %	24	24	40
32	67 %	26	40	64
45	41 %	28	56	88
53	29 %	29	70	105
60	20 %	30	84	119
75	9 %	31	119	189
>90	4 %	34	147	240

A análise da CNR relativa à espessura de 50 mm de PMMA com a utilização das técnicas radiográficas propostas está representada na Tabela 4 juntamente com os valores limites². A Tabela 5 mostra o resultado da análise realizada com o simulador.

Tabela 4: Avaliação da razão contraste-ruído (CNR) contendo os valores absolutos e relativos à 50 mm de PMMA.

Espessura de PMMA (mm)	Técnica Aceitável		Técnica Desejável		Limites ² (%)
	CNR	CNR relativa (%)	CNR	CNR relativa (%)	
20	29,6	146	23,7	143	>115
30	27,2	134	22,2	134	>110
40	22,6	112	19,3	116	>105
45	21,6	107	19,6	118	>103
50	20,2	100	16,6	100	-
60	17,5	86	13,4	81	>95
70	14,0	69	11,4	68	>90

A Figura 4 mostra a comparação entre a MTF da técnica radiológica utilizada clinicamente para uma mama comprimida de 45 mm e duas técnicas otimizadas propostas. Não houve diferença significativa dos valores de MTF das técnicas, inclusive quando comparado-os à literatura⁹.

Tabela 5: Análise realizada com o simulador de qualidade de imagem, equivalente a 45 mm de mama comprimida. Avaliou-se duas técnicas radiológicas otimizadas e a anteriormente praticada clinicamente.

Técnica	28 kVp 120 mAs	28 kVp 64 mAs*	29 kVp 56 mAs*
Estrutura	Menor Estrutura Visualizada		
Massas (mm)	0,9	1,19	0,9
Fibras de Nylon (mm)	0,53	0,53	0,53
Microcalcificações (mm)	0,13	0,165	0,13
Resolução (pl/mm)	5	5	5

*valores otimizados

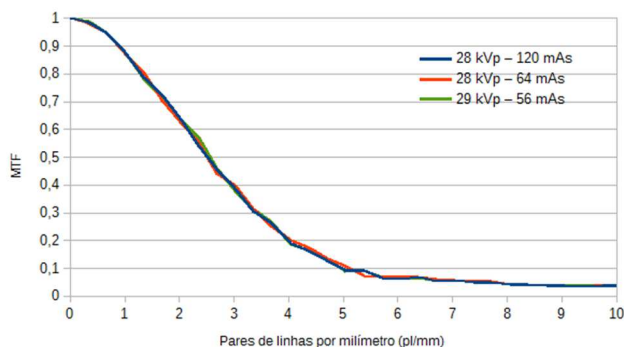


Figura 4: Comparativo das funções de transferência de modulação (MTF) para as técnicas propostas.

4. Discussões

O número de exposições/imagens por procedimento (biópsia) é dependente da complexidade clínica (quantidade de lesões, dificuldade de localização e coleta), imprecisão do posicionamento automático da agulha na lesão e a habilidade/experiência do operador. Um programa de garantia de qualidade que envolva testes de desempenho do equipamento, controle de qualidade e treinamento dos profissionais é necessário para minimizar eventuais erros e falhas, contribuindo para redução do número de exposições/imagens (Tabela 2).

As doses glandulares médias (DGM) dos procedimentos avaliados apresentaram-se predominantemente acima dos níveis de referência recomendados pelo Protocolo Europeu² e acima do valor de referência para biópsia estabelecido pelo Colégio Americano de Radiologia (ACR)¹⁰, igual à 3 mGy para compressão de 42 mm, justificando a implementação de técnicas radiográficas adequadas propostas neste estudo. O valor médio de K_{EP} (16,6 mGy) está acima dos níveis de referência estabelecidos pelas normas nacionais para mamografia diagnóstica, 10 mGy⁵. Estes valores reforçam a necessidade de novos protocolos que permitam a redução das doses praticadas, sem prejuízo do procedimento de biópsia realizado.

A análise dos valores acumulados de DGM e K_{EP} praticados no setor avaliado demonstra que estes podem assumir valores elevados quando comparados à modalidade diagnóstica, tendo como terceiro quartil 47 mGy e 257 mGy, respectivamente (Tabela 2).

As técnicas radiográficas propostas reduziram os valores de DGM aos níveis aceitáveis, não havendo perda significativa na detecção das estruturas do simulador e, portanto, da qualidade das imagens, tomando como referência os valores estabelecidos pelas normas nacionais^{4,6} e protocolos internacionais^{2,3,10}.

Os valores relativos de CNR mostraram-se em conformidade com os níveis de desempenho para espessuras de 20 a 50 mm. Espessuras de 60 e 70 mm, equivalentes a 75 e 90 mm de tecido mamário respectivamente, foram inferiores aos valores recomendados, indicando que a melhor condição da CNR relativa não foi obtida. Os valores absolutos de CNR obtidos para as técnicas radiográficas sugeridas se mostraram elevados quando comparados com outros mamógrafos¹. O tamanho do detector de imagem impossibilita a determinação do limiar de contraste com uso dos dispositivos de testes, como o simulador CDMAM¹¹.

5. Conclusões

O levantamento dos parâmetros técnico-operacionais possibilitou a caracterização dos procedimentos de biópsia guiada por imagens estereotáticas com relação a doses praticadas e qualidade das imagens. A análise destas informações apontou para a necessidade de capacitação dos operadores técnicos visando especificamente a redução das doses praticadas e do número de imagens realizadas em cada procedimento. Estes resultados demonstram a importância da proposta de redução de doses sugerida neste estudo, principalmente por se tratar de um equipamento que não possui instalado o dispositivo de controle automático de exposição (CAE).

As condições operacionais de exposição propostas permitiram que os valores de dose glandular média diagnóstica praticados clinicamente fossem adequados aos valores recomendados internacionalmente, considerando que não há valores de dose de referência estabelecidos nacionalmente.

A adequação dos parâmetros técnico-operacionais permitiu a redução das doses glandulares médias (DGM) sem perda de qualidade das imagens do simulador (Figura 4).

Faz-se necessário estudos que avaliem a importância de um padrão de qualidade da imagem clínica específico para procedimentos de biópsia mamária associado a valores de dose que permitam estudos de otimização.

Agradecimentos

Aos órgãos de fomento Fapesp/CNPQ pelo apoio ao projeto do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT): P&D em Metrologia das Radiações na Medicina e ao projeto temático (2010/16437-0).

Ao Ministério da Educação (MEC) pelo apoio financeiro de bolsas ao Programa de Residência em Área Profissional de Física Médica da Unifesp.

Referências

- Alves, FFR. Estudo longitudinal da qualidade da imagem mamográfica em sistemas digitais associado ao processo de otimização da dose glandular média. [Tese doutorado]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2014.128f.
- EUREF, European reference organization for quality assured breast screening and diagnostic services, Supplement to European Guidelines 2011; 4ª ed. Luxembourg; 2006. [citado em 1 maio 2016]. Disponível em: <http://www.euref.org/downloads?download=24:european-guidelines-for-quality-assurance-in-breast-cancer-screening-and-diagnosis-pdf>
- IAEA. Quality assurance programme for digital mammography. Human health series.[Internet].Vienna: IAEA; 2011. N 17. [citado em 1 maio de 2016]. Disponível em http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1482_web.pdf
- Brasil. Ministério da Saúde. Portaria No. 2.898, de 28 de novembro de 2013, Atualiza o Programa Nacional de Qualidade em Mamografia (PNQM). Diário oficial [da Republica Federativa do Brasil]. Brasília, 2013.
- Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 453, de 01 de junho de 1998, Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica em Radiodiagnóstico Médico e Odontológico. Diário oficial [da Republica Federativa do Brasil]. Brasília, 1998.
- Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Radiodiagnóstico Médico: Desempenho de equipamentos e segurança, Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 104 p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos).
- Dance DR, Skinner CL, Young KC, Beckett JR, Kotre CJ. Additional factors for the estimation of mean glandular breast dose using the UK mammography dosimetry protocol. Phys Med Biol. 2000; 45:3225-40.
- Samei E, Flynn MJ, Reiman DA. A method for measuring the presampled MTF of digital radiographic systems using an edge test device.1998;25(1):102-13.
- Evans DS, Workman A, Payne M. A comparison of the imaging properties of CCD-based devices used for small field digital mammography. Phys Med Biol. 2002 Jan 7;47(1):117-35.
- American College of Radiology - ACR. Stereotactic Breast Biopsy Accreditation.[Revised: 3/17/16]. Disponível em: <http://www.acraccreditation.org/~media/Documents/Stereotactic/Requirements.pdf?la=en>.
- M. Thijssen, W. Veldkamp, R. van Engen, M. Swinkels, N. Karssemeijer, J. Hendriks, Comparison of the detectability of small details in a film-screen and a digital mammography system by the imaging of a new CDMAM phantom, in M.J. Yaffe (ed). Digital mammography IWDM 2000, Medical Physics Publishing 2001,666-672.
- Faulkner K, Bennison K. An assessment of digital stereotaxis in the national health service breast screening programme. Radioation Protection Dosimetry. 2006; 117 (1-3):327-9.

Contato:

Caio Vinicius de Oliveira
 Universidade Federal de São Paulo
 Escola Paulista de Medicina
 Programa de Residência em Área Profissional de Física Médica
 Rua Botucatu, 740 – 1º andar. CEP: 04023-900
 São Paulo – SP, Brasil.
 E-mail: cvoliveira@unifesp.br