

## Avaliação Dosimétrica em Mamógrafos, na Cidade de São Paulo

Aline G. Dytz e Linda V. E. Caldas

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)  
Comissão Nacional de Energia Nuclear  
São Paulo, Brasil

**Resumo** – Neste trabalho foi realizada a avaliação dosimétrica dos feixes de radiação X em 16 unidades de mamografia, na cidade de São Paulo, utilizando-se um fantoma de mama, padrão ACR. Foram avaliadas as imagens do fantoma e as medidas de dose glandular média.

**Palavras-chave:** Mamografia, fantoma, radiação X.

**Abstract** – In this work 16 mammography units of São Paulo city were evaluated in relation to the dosimetry of their X-ray fields, using a special phantom, ACR standard. The phantom images and the medium glandular doses were evaluated.

**Key-words:** Mammography, phantom, X radiation.

### Introdução

Para a detecção do câncer de mama, um dos diagnósticos mais eficazes é feito por meio de exames de mamografia <sup>(1)</sup>. A mamografia é um exame que envolve o uso de radiação ionizante (raios X), estando entre os requisitos de proteção radiológicas das normas vigentes, tanto em âmbito nacional como internacional <sup>(2-11)</sup>. A adequação da legislação brasileira pelo Ministério da Saúde tem sido fator primordial para a confiabilidade neste tipo de exame, por meio da implantação de programas de garantia de qualidade e a exigência de laudos de avaliação radiométrica pelas autoridades sanitárias estaduais e municipais <sup>(2, 3, 12, 13)</sup>.

Os estudos comparativos entre os protocolos estabelecidos em países diferentes, em função das diferenças entre as legislações, têm buscado o estabelecimento de um padrão na dosimetria em mamografia, bem como a análise dos impactos relativos aos controles de qualidade e parâmetros da exposição dos pacientes. As diferenças nas legislações entre os países são devidas às diferentes recomendações quanto à espessura mínima de filtração do sistema de raios X, aos valores de camadas semi-redutoras e aos fatores de conversão para o cálculo da dose glandular média <sup>(1,12,13)</sup>.

Os objetivos deste trabalho foram:

- Elaborar procedimentos de medidas para obtenção das doses glandulares médias, em unidades de mamografia;
- Avaliar medidas das doses glandulares médias, em unidades de mamografia;
- Realizar uma intercomparação por amostragem entre diferentes tipos de mamógrafos utilizados na cidade de São Paulo.

### Materiais

Foi utilizada uma câmara de ionização específica para feixes de mamografia: marca *Radcal Corporation*, modelo 10x5-6M, série 8220, volume de 6 cm<sup>3</sup>, acoplada ao eletrômetro marca *Radcal Corporation*, modelo 9015, série 91-0280 acompanhado de um pré-amplificador, marca *Radcal Corporation*, modelo 9060, série 99-0390.

Para os testes de estabilidade a curto e longo prazos <sup>(14)</sup> foi utilizada uma fonte de Estrôncio (<sup>90</sup>Sr), marca *PTW*, modelo 8921, série 906, com atividade nominal de 33 MBq.

O sistema de raios X (60 kV) com qualidades mamográficas implantadas <sup>(14)</sup> no IPEN é constituído por:

1. Gerador *Rigaku Denki Co. Ltda*, tipo *Geigerflex* (potencial constante), acoplado a um tubo *Philips*, modelo PW2184/00, com alvo de tungst.
2. Suporte para os filtros de molibdênio (Mo), onde são acoplados os filtros de molibdênio com 99,99% de pureza, para simular campos padrões de radiação X, nível mamografia;
3. Obturador de feixe de radiação *shutter*, marca *PTW*, modelo 6801, série 2736, com transmissão menor que 0,1 %;
4. Sistema de colimação fixo e suporte para colimadores de diferentes diâmetros;
5. Suporte para os filtros de alumínio, da filtração adicional ao sistema;
6. Tubo laser tipo hélio-neônio, marca *Opto*, modelo SNB 16, série 0410688, alinhado com o ponto focal para auxiliar no posicionamento destes instrumentos.

Os filtros absorvedores <sup>(14)</sup> que serão utilizados neste projeto estão relacionados nas Tabelas 1 e 2.

10347

**TABELA 1** - Relação de filtros de alumínio

Quantidade	Dimensão (cm)	Espessura (mm)
14	10 x 10	0,002
12	10 x 10	0,03
05	10 x 10	0,02
04	10 x 10	0,10

**TABELA 2** - Relação de filtros de molibdênio

Quantidade	Dimensão (cm)	Espessura (mm)
10	10 x 10	0,01

### Metodologia

Na primeira etapa foram realizados os testes preliminares, utilizando o fantoma de mama para comparar as medidas e os cálculos envolvidos para a obtenção da dose glandular média (DGM) nos mamógrafos. Os filtros de alumínio e a câmara de ionização são essenciais para as medidas das camadas semi-redutoras, cujos valores são incorporados nos cálculos da DGM. Ainda nesta primeira etapa foi iniciado o controle de qualidade das câmaras de ionização (estabilidade a curto e longo prazos).

Em uma segunda etapa foram realizados alguns dos testes em campo na cidade de São Paulo. Nesta fase foi realizada a medida dosimétrica em diferentes tipos de mamógrafos.

Para as medidas de dose glandular média foram realizadas medidas com uma câmara de ionização, calibrada para feixes padrões de mamografia. A câmara de ionização foi posicionada ao lado do fantoma de mama, sendo que o centro do feixe de radiação deve incidir sobre o fantoma.

No caso dos mamógrafos que possuem seleção de posicionamento do AEC (fotocélula), este deve ser posicionado na 2ª faixa. A seleção da primeira faixa pode implicar em uma leitura da base de acrílico e não da estrutura do fantoma que simula a mama. A pá de compressão deve ser utilizada como em exames de rotina. As medidas foram realizadas com grade. Para estes casos a dose glandular média não deve ser superior a 3 mGy.

Foram realizadas medidas utilizando-se uma combinação Mo/Mo, tensão de 28 kVp e tempo de ajuste para a exposição de aproximadamente 3 segundos. O cálculo da dose glandular média inclui os valores obtidos para a medida de camada semi-redutora para raios X com a tensão de 28 kVp.

### Resultados

A Tabela 3 mostra os dados das medidas realizadas com base nas imagens do fantoma, quanto a quantidades de fibras, conjuntos de microcalcificações e massas tumorais. Mostra ainda as medidas realizadas com a

câmara de ionização, para as medidas de dose glandular média (DGM).

**TABELA 3** - Quantidade de estruturas visualizadas pelas imagens do fantoma e medidas de dose glandular média (DGM) para tensão de 28kVp.

Instituição	Quantidade de			DGM (mGy)
	Fibras	Micro-calcificações	Massas tumorais	
1	4	3	3	1,49
2	3	3	2	1,00
3	4	3	3	1,46
4	4	3	2	1,07
5	4	3	3	1,94
6	4	3	3	1,70
7	4	3	3	1,45
8	5	3	3	1,51
9	5	3	3	1,57
10	5	3	3	1,24
11	3	3	2	0,89
12	5	3	3	1,61
13	5	3	3	1,16
14	3	3	2	0,97
15	6	4	4	1,26
16	6	4	4	1,22

O controle de qualidade da câmara de ionização apresentou os valores de variação para a estabilidade a curto prazo (medidas semanais) e a longo prazo (medidas mensais) inferiores a 1%.

Quanto às imagens do fantoma, realizadas em campo, foram observados 5 fibras, 3,5 conjuntos de microcalcificações e 4 massas tumorais em 70 % das unidades avaliadas. Nas unidades restantes (30%), foram observados 4 fibras, 3 conjuntos de microcalcificações e 3 massas tumorais, conforme dados apresentados na Tabela 3.

Quanto às medidas de dose glandular média, em nenhum dos equipamentos testados até o presente momento a dose foi superior aos 3 mGy máximos recomendados pelo Colégio Americano de Radiologia (ACR), nas medidas com grade.

### Conclusões

Das unidades avaliadas, na cidade de São Paulo, 70 % das unidades apresentaram os números de fibras, massas tumorais e conjuntos de microcalcificações superiores aos padrões mínimos do ACR e 30% das unidades apresentaram os padrões mínimos exigidos, não estando nenhuma das unidades abaixo dos padrões para visualização de estruturas. Quanto às medidas de dose glandular média, todas as unidades apresentaram valores inferiores a 3 mGy, com uso de grade.

## Agradecimentos

As autoras agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro parcial.

## Referências Bibliográficas

- [1] Hendrick, R. E.; Bassett, L.; Botsco, M.A.; Deibel, D.; Feig, S.; Gray, J.; Haus, A.; Heinlein, R.; Kitts, E.L.; McCreohan, J.; Monsees, B.; Mammography Quality Control Manual, 1999. American College of Radiology-Committee on Quality Assurance in Mammography, Reston VA.
- [2] Ministério da Saúde. Portaria da Secretaria de Vigilância Sanitária nº 453. Diretrizes de Proteção Radiológica em Radiodiagnóstico Médico e Odontológico. Diário Oficial da União, Brasília, 02 de junho de 1998.
- [3] Secretaria da Saúde do Estado de São Paulo. Resolução SS-625. Diário Oficial do Estado, São Paulo, 14 de dezembro de 1994.
- [4] International Standard Organization. X and Gamma Reference Radiation for Calibrating Dosimeters and Doseratemeters and for Determining their Response as a Function of Photon Energy, Part 1: Radiation Characteristics and Production Methods, Genève, 1996 (ISO 4037-1).
- [5] International Standard Organization. X and Gamma Reference Radiation for Calibrating Dosimeters and Doseratemeters and for Determining their Response as a Function of Photon Energy, Part 2: Dosimetry for Radiation Protection over the Energy Ranges 8 keV to 1,4 MeV and 4 MeV to 9 MeV, Genève, 1997 (ISO 4037-2).
- [6] International Electrotechnical Commission. Medical Electrical Equipment, 1994, Genève. (IEC 601-1-3)
- [7] International Electrotechnical Commission. Medical Diagnostic X-ray Equipment – Radiation Conditions for Use in the Determination of Characteristics, Sep. 1994, Genève. (IEC 1267)
- [8] Hemdal, B.; Bengtsson, G.; Leitz, W.; Andersson, I.; Mattson, S., Comparison of the European and Nortic Protocols on Dosimetry in Mammography Involving a Standard Phantom, Radiat. Prot. Dosim. 2000; 90(1-2) 149-154.
- [9] Diagnóstico Mamário: persistem Questões sobre novas Técnicas e "Screening", Jornal da Imagem (Sociedade Paulista de Radiologia), nº 237, p. 07, Maio de 1998.
- [10] National Council on Radiation Protection and Measurements, NCRP, 1980. Mammography, Report No. 66, Washington, DC.
- [11] National Council on Radiation Protection and Measurements, NCRP, Mammography - a User's Guide, 1986. Report No. 85, Bethesda, MD.
- [12] International Atomic Energy Agency, IAEA, Radiation Protection and the Safety of Radiation Sources, 1996. Safety Series No. 120, Vienna.
- [13] International Atomic Energy Agency, Radiation Doses in Diagnostic Radiology and Methods for Dose Reduction, 1995. TECDOC 796, Vienna.
- [14] Guerra, A.B.; Estabelecimento e Controle de Qualidade De Feixes Padrões de Radiação X para Calibração de Instrumentos, Nível Mamografia, Tese de Doutorado, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – Universidade de São Paulo, 2001.

## Contato

Aline Guerra Dytz e/ou Linda V. E. Caldas  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)  
Comissão Nacional de Energia Nuclear  
Av. Lineu Prestes, 2.242 – Cidade Universitária  
CEP 05508-000, São Paulo, SP, Brasil  
Setor: CMR  
Telefone: (11) 3816-9118  
E-mail: [lcaldas@ipen.br](mailto:lcaldas@ipen.br)