

PRIMEIRAS JORNADAS LUSO BRASILEIRAS DE PROTEÇÃO CONTRA RADIAÇÕES E  
DÉCIMAS PRIMEIRAS JORNADAS PORTUGUEAS DE PROTECÇÃO CONTRA RADIAÇÕES -  
2005

**Estudo comparativo de doses glandulares médias em mamografia no  
Estado de São Paulo, Brasil**

Tânia A. C. Furquim<sup>1,2</sup>, Fernanda C. Salvador<sup>1,2</sup>, Linda V. E. Caldas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Eletrotécnica e Energia, Universidade de São Paulo, <sup>2</sup>Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Comissão Nacional de Energia Nuclear, São Paulo, Brasil

**ABSTRACT**

Brazilian regulations concerning Quality Control Programmes in diagnostic radiology were published in 1998. Technical requirements to mammography facilities are considered, but average glandular dose is not mentioned. In this work, a statistical analysis was carried out to survey doses in 50 mammography units in the State of São Paulo (22 % of the country female population). In four strata, related to an amount of equipments to 100.000 women above age of 30, the performance of all mammography units was checked, and the average glandular dose (AGD) and was evaluated. Three phantoms with different thicknesses were used to simulate compressed breasts. The results showed significant relationship with variation in the doses according to the method used and with the adopted reference level.

**RESUMO**

No Brasil, em 1998 foram publicados pelo Ministério da Saúde as regulamentações para implementação de Programas de Controle de qualidade em Radiologia Diagnóstica. Porém, poucos são os requerimentos técnicos para instalações mamográficas e, dose glandular média não é mencionada. Neste trabalho foram realizadas análises estatísticas em 50 mamógrafos distribuídos no Estado de São Paulo, que é o mais populoso do país e com cerca de 22 % da população feminina brasileira. Os mamógrafos foram agrupados em quatro estratos, relacionados à quantidade de equipamentos por 100.000 mulheres acima de 30 anos, e foi medido o desempenho de todas as unidades para se avaliar as DGM a partir de dois métodos diferentes e com níveis de referências diferentes. Três objetos simuladores com diferentes espessuras foram utilizados para simular mamas comprimidas. Os resultados mostraram discordâncias concluindo-se que há necessidade de se estabelecer um método a ser adotado no país e com níveis de referência que correspondam às características das mamas brasileiras.

**INTRODUÇÃO**

A prevenção, a detecção e o tratamento do cancro de mama (CM) formam hoje o grande objetivo para a melhoria da saúde da mulher. O Ministério da Saúde, por intermédio do Instituto Nacional do Câncer (INCA) previu que ocorreriam 49.470 casos novos deste tipo de cancro no Brasil em 2005<sup>1</sup>, contra 41.610 em 2003<sup>2</sup>. Um estudo destes dados publicados mostrou que, no período de 1979 a 2000, houve um aumento percentual da taxa de mortalidade por CM de 80,3 %, passando de 5,77 para 9,74 por 100.000 mulheres, sendo que no ano 2000 foram registrados 8.390 óbitos<sup>2</sup>. Uma das possíveis justificativas para este aumento pode ser devido tanto ao aumento no número de diagnósticos como à melhoria da informação nos atestados de óbito.

O Instituto Nacional do Câncer estima ainda que aproximadamente 42.000 mulheres serão diagnosticadas com cancro de mama no país em 2005, o que representa 53 casos em cada grupo de 100.000 mulheres. A maioria descobrirá a patologia em estádios avançados (III e IV), o que justifica a alta taxa de mortalidade devido ao cancro primário ter sido o de mama<sup>1</sup>.

11205

A utilização de mamografia por raios X em mulheres assintomáticas tornou-se comum em vários países, os quais implementam Programas Nacionais de Rastreamento, onde mulheres se submetem periodicamente a exames mamográficos para detectar cancro de mama em estádios iniciais para reduzir a mortalidade por esta enfermidade. No entanto, há um risco pequeno, porém não desprezível, de carcinogênese induzida pela radiação com um exame da mama feminina<sup>1</sup>. No Brasil, não existe um programa nacional de rastreamento, porém os médicos de atendimento primário solicitam mamografias de forma preventiva periodicamente a mulheres assintomáticas acima de 40 anos. Assim, ressalta-se a importância destes métodos de detecção dos tumores o mais prematuramente possível desde que se mantenha o equipamento para a obtenção de imagem mamográfica o mais preciso e em melhor estado de funcionamento possíveis, principalmente quando se trata de imagens de mulheres saudáveis. De acordo com o INCA<sup>2</sup>, apesar deste tipo de neoplasia maligna ser de relativamente bom prognóstico, desde que diagnosticado e tratado em estágio inicial, as taxas de mortalidade por CM continuam elevadas no Brasil, dado que 50% em média dos tumores de mama foram diagnosticados em estádios III e IV no período de 2000 a 2001.

O Estado de São Paulo é uma unidade da federação onde existem 588 equipamentos de mamografia, de acordo com o Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNE/S)<sup>4</sup>, o que corresponde a um equipamento para cerca de 35.075 mulheres. Este número é muito grande, pois, se todas as mulheres fizessem exames uma vez ao ano, um equipamento deveria atender a cerca de 130 mulheres por dia, aumentando a responsabilidade do diagnóstico por um equipamento de mamografia. Estima-se para 2005 que o segundo tipo de cancro que mais afetará a mulher será o de mama, com uma taxa de incidência de 53 casos por 100.000 mulheres no Brasil e de 78, no Estado de São Paulo.

Considerando-se os dados estatísticos atuais, verifica-se a necessidade de se exigir que um equipamento de mamografia, mesmo que em número reduzido e com excesso de trabalho diário, forneça diagnóstico confiável. As imagens devem possuir resolução tão boa quanto o equipamento for capaz de oferecer e doses tão baixas quanto forem necessárias para boas imagens e para a proteção radiológica da paciente. Isso só é possível com a implementação de um Programa de Controle de Qualidade (PCQ) em serviços que possuem equipamentos para obtenção de imagem mamográfica. Para isto, são necessários métodos de controle e de medição de parâmetros de funcionamento do equipamento que são fundamentais para a obtenção de imagem com o conteúdo desejado para um bom diagnóstico.

No Brasil, em 1998 o Ministério da Saúde publicou a Portaria MS 453/98<sup>5</sup> que recomenda a implementação de PCQ em todas as instalações radiológicas e que inclui ensaios no equipamento, verificações no sistema de processamento de filmes, nos chassis e treinamentos continuados aos técnicos de radiologia como itens obrigatórios. No que se refere à unidade mamográfica, há poucos itens dedicados, resumindo-se a testes relacionados ao potencial do tubo de raios X, ao tempo de exposição, à linearidade e à reprodutibilidade da taxa de Verma no ar, à verificação da camada semi-redutora e à avaliação de dose na entrada na pele. Assim, para uma avaliação mais completa, outras publicações internacionais são utilizadas, como guias do American College of Radiology<sup>6</sup> (ACR), National Council on Radiation Protection and Measurements<sup>7</sup> (NCRP), Institute of Physical Sciences in Medicine (IPSM)<sup>8</sup> ou European Commission<sup>9</sup>.

Assim, com estes dados, este trabalho teve como objetivos medir doses glandulares médias (DGM) em objetos simuladores diferentes para se obter as médias significativas para o Estado de São Paulo, uma vez que não é exigida sua medição pela Portaria MS 453/98. Foram seguidos métodos publicados por Wu e colaboradores<sup>10,11</sup> e Dance e colaboradores<sup>13,14</sup> e que foram implementados em 50 mamógrafos distribuídos no Estado e amostrados aleatoriamente.

## METODOLOGIA

Como a obtenção da dose glandular média (DGM) não está incluída nos requisitos da Portaria MS 453/98<sup>3</sup>, no presente trabalho ela foi estimada em 50 unidades mamográficas no Estado de São Paulo, Brasil. Este Estado possui 30% de todos os mamógrafos do país e 22% da população feminina. O método de amostragem escolhido foi a estratificação, com os dados:

- *Elementos da amostragem* - equipamentos de mamografia instalados e em uso no Estado de São Paulo ( $N = 588$ );
- *Parâmetro de estratificação* - quantidade de equipamentos por 100.000 mulheres acima de 30 anos por Diretoria Regional de Saúde. A partir de 30 anos as mulheres começam a realizar mamografias, inicialmente para obtenção dos padrões iniciais dos tecidos jovens;
- *Número de estratos* - 4.

Para a realização das medições foram percorridos cerca de 4.800 km. O resultado da estratificação está mostrado no mapa do Estado mostrado na Figura 1 e na Tabela 1. O estrato D constituiu-se apenas da cidade de São Paulo, uma vez que a quantidade de equipamentos e de mulheres acima de 30 anos fornecia-lhe características especiais.

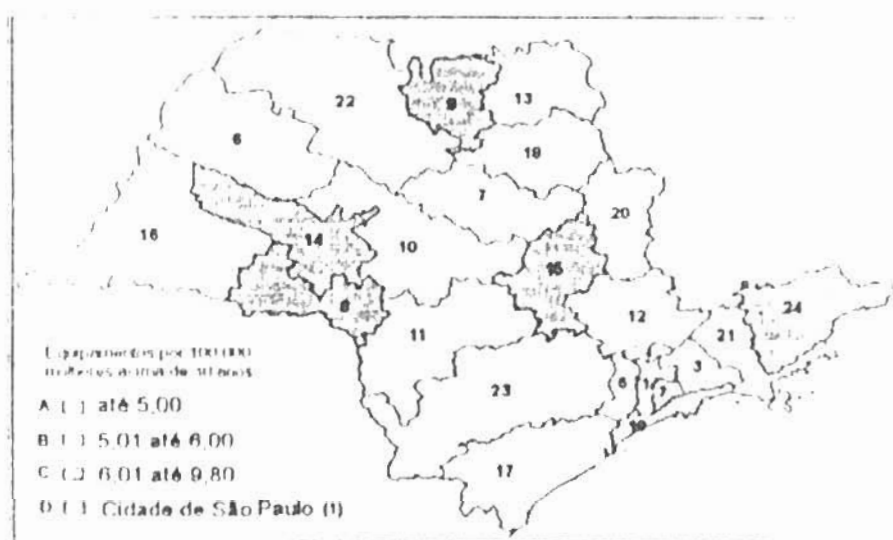


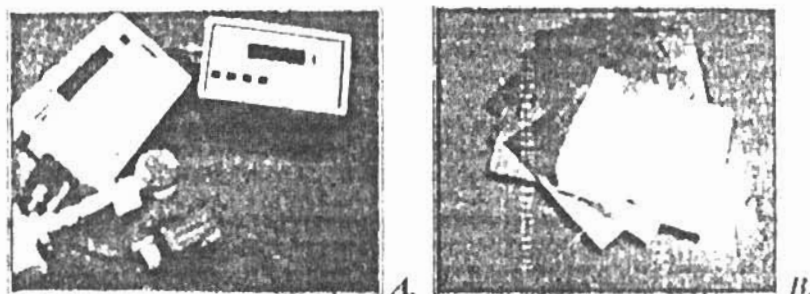
Figura 1 Estratos selecionados no Estado de São Paulo, com os respectivos intervalos de quantidade de equipamentos por 100.000 mulheres acima de 30 anos

Tabela 1 Estratos selecionados e tamanho das amostras de acordo com a quantidade de equipamentos que deveria atender cada grupo de 100.000 mulheres acima de 30 anos

Estratos	Número de mamógrafos por 100.000 mulheres acima de 30 anos	Número de mamógrafos envolvidos	Tamanho da amostra no estrato
A	0 a 5,00	120	15
B	5,01 a 6,00	123	14
C	6,01 a 9,80	147	11
D	7,12	198	10

Os dados foram obtidos utilizando-se (Figura 2)

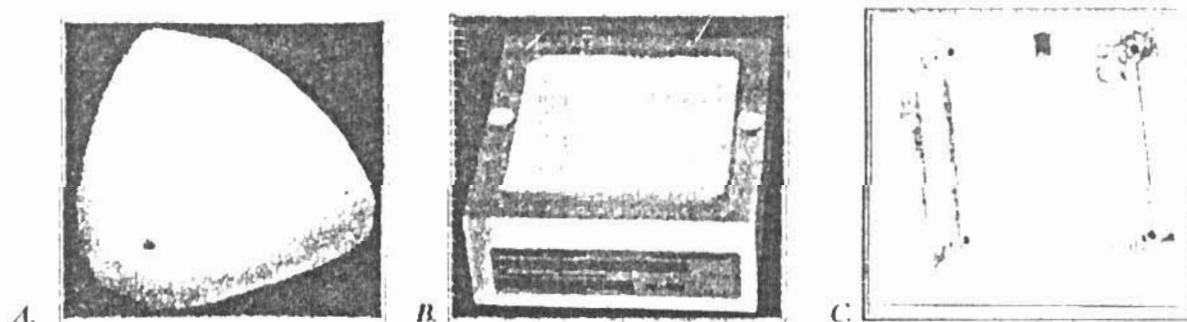
- Câmara de ionização de placas paralelas (10 x 5- 6M) e monitor de radiação (9010) Radcal Corporation,
- Medidor de potencial do tubo de raios X (kVp) e tempo de exposição da Radcal Corporation, Accu kVp System 4082,
- Filtros de alumínio 1100 com 99 % de pureza.



**Figura 2** Instrumentos a serem utilizados nas medições *A.* Conjunto de câmara de ionização e monitor de radiação, medidor de potencial do tubo de raios X (kVp) e tempo de exposição da Radcal Corporation, *B.* Filtros de alumínio 1100 da Nuclear Associates

As medições foram realizadas utilizando três objetos simuladores mamográficos diferentes, como mostra a Figura 3, com as características

- Tripla modalidade (*Triple modality Biopsy Training Phantom*) Cardinal Health, modelo 18 229, compressível e utilizado com 4,2 cm de espessura,
- ACR (*Mammographic Accreditation Phantom*) Cardinal Health, modelo 18 220, com 4,5 cm de espessura,
- Contraste detalhe (*Contrast Detail Phantom for Mammography*) Cardinal Health, modelo 18 252, com 6,3 cm de espessura



**Figura 3** Objetos simuladores da Cardinal Health *A.* Tripla modalidade, *B.* ACR, *C.* Contraste-detalhe

Para cada estabelecimento de saúde foi seguido o procedimento abaixo:

- a. Cadastro do equipamento com marca, modelo e número de série de todas as suas partes, distância foco-filme, combinações alvo-filtro disponíveis, tamanho de ponto focal nominal,
- b. Colocação na mesa de exame o primeiro objeto simulador de mama *Mammographic Accreditation Phantom*, chamado de ACR neste trabalho;
- c. Escolha de um único chassi para a obtenção de todas as imagens dos objetos simuladores e posicionamento no porta-chassis,

- d. Após a compressão do objeto simulador, a técnica em mamografia do serviço selecionava todos os parâmetros do equipamento que simulassem o mais próximo possível um exame clínico para uma mama com aquelas características,
- e. Seleção do modo automático de exposição, nos locais onde existia e era utilizado rotineiramente. Após a irradiação do objeto, eram anotadas as técnicas de exposição (potencial do tubo de raios X - kVp, tempo de exposição, produto corrente-tempo - mAs, combinação anodo-filtro). O filme era processado,
- f. Com as técnicas de exposição anotadas, selecionava-se o modo manual do equipamento e as técnicas de exposição mais próximas àquelas obtidas automaticamente,
- g. Com o posicionamento da câmara de ionização ao lado, na mesma altura do objeto simulador e à mesma distância foco-objeto (DFO), media-se o kerma no ar naquelas condições com três irradiações e anotava-se na planilha,
- h. Após a retirada do objeto simulador, a câmara de ionização era posicionada no centro do campo de raios X na mesma altura do item anterior. Logo atrás era posicionado o detector do Accu kVp, que medira o potencial do tubo de raios X (kVp) e o tempo de exposição. O compressor era posicionado a 20 cm da câmara de ionização e, desta forma, os dados seriam coletados simultaneamente para medição da camada semi-redutora (CSR), verificação de calibração e reprodutibilidade de kVp e de tempo de exposição, linearidade e reprodutibilidade de kerma no ar,
- i. Os dados anteriores eram utilizados como medidas sem filtros para a CSR, assim, a seguir eram colocados filtros de alumínio 1100 até passar a metade do valor do kerma no ar sem filtros,
- j. Todos os passos eram repetidos para os demais objetos simuladores,
- k. Os dados iniciais de linearidade e reprodutibilidade eram obtidos simultaneamente com o item h. Depois, eram complementados para a mesma DFO da câmara de ionização, variando-se o mAs. A variação das técnicas selecionadas para obtenção dos dados permitia avaliar a reprodutibilidade do sistema simultaneamente,
- l. Com a seleção da mesma kVp do primeiro objeto simulador utilizado (ACR), era colocado um tempo longo (cerca de 3 s) para a obtenção do rendimento do equipamento,
- m. Após terminar as medições no mamógrafo, obtinha-se uma fita sensitométrica, a temperatura do revelador e o cadastro da processadora, do filme e do écran utilizados para a mamografia,
- n. A última etapa era solicitar ao mamografista que analisasse os filmes dos objetos simuladores.

Para a avaliação das doses era necessário que as imagens atingissem critérios ótimos de qualidade possível de serem alcançadas em cada estabelecimento de saúde.

As DGM foram determinadas por dois métodos. Primeiro, pela relação  $D_g = D_{gN} X_{ose}$ , onde  $D_{gN}$  é a dose glandular normalizada (dose glandular média por unidade de exposição de entrada na pele) e  $X_{ose}$  é a exposição de entrada na pele.  $D_{gN}$  é considerada ser uma função da qualidade do feixe de raios X (camada semi-redutora - CSR), material do alvo do tubo de raios X, potencial do tubo de raios X, espessura e composição da mama.  $D_{gN}$  foi calculado por Wu e colaboradores<sup>10,11</sup> usando combinação alvo-filtro de molibdênio-molibdênio (Mo/Mo), molibdênio-ródio (Mo/Rh) e ródio-ródio (Rh/Rh), com algumas espessuras da mama. O método de estimar DGM em diferentes espessuras da mama seguiu o método de parametrização apresentado por Sobol e Wu, com interpolação em três fatores - espessura da mama, potencial do tubo de raios X e camada semi-redutora do feixe.<sup>12</sup> Para este método são utilizadas medições com retro-espalhamento.

O segundo método utilizado para se obter DGM foi o publicado por Dance e colaboradores<sup>1114</sup>, considerando-se a DGM como

$$D = K \cdot g \cdot c \cdot s$$

onde:

$g$  = o fator de conversão do kerma incidente na mama, em dose glandular média,

$c$  = fator de correção para diferentes composições da mama com glandularidades diferentes de 50%,

$s$  = fator que corrige para diferenças no espectro daquele considerado em cálculos de Monte Carlo

As medições neste caso foram feitas sem retro-espalhamento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os cadastros realizados nos locais mostraram a distribuição de marcas de mamógrafos mostrados na Figura 4. Verifica-se que 50% da amostra são mamógrafos da marca GE e destes 22% são Senographe 600T, um modelo um pouco mais antigo. Apenas 8% dos equipamentos encontrados são de marcas brasileiras (VMI, 4% e Emic, 4%). Em todas as 50 unidades mamográficas foram realizados testes de estado e os resultados obtidos estão representados na Figura 5, com as porcentagens encontradas com problemas. Em geral, as unidades mamográfica apresentam bom estado de funcionamento, apenas estando fora dos limites recomendados pelo ACR<sup>6</sup>, o rendimento do tubo de raios X em 48,4% dos casos. A camada semi-redutora também encontrava-se fora dos limites aceitáveis em 32,3% dos casos. Em poucas situações foi possível verificar a exatidão do tempo de exposição, mas em nenhum caso estava fora do limite de variação de  $\pm 10\%$ , de acordo com a Portaria MS 453/98<sup>5</sup>

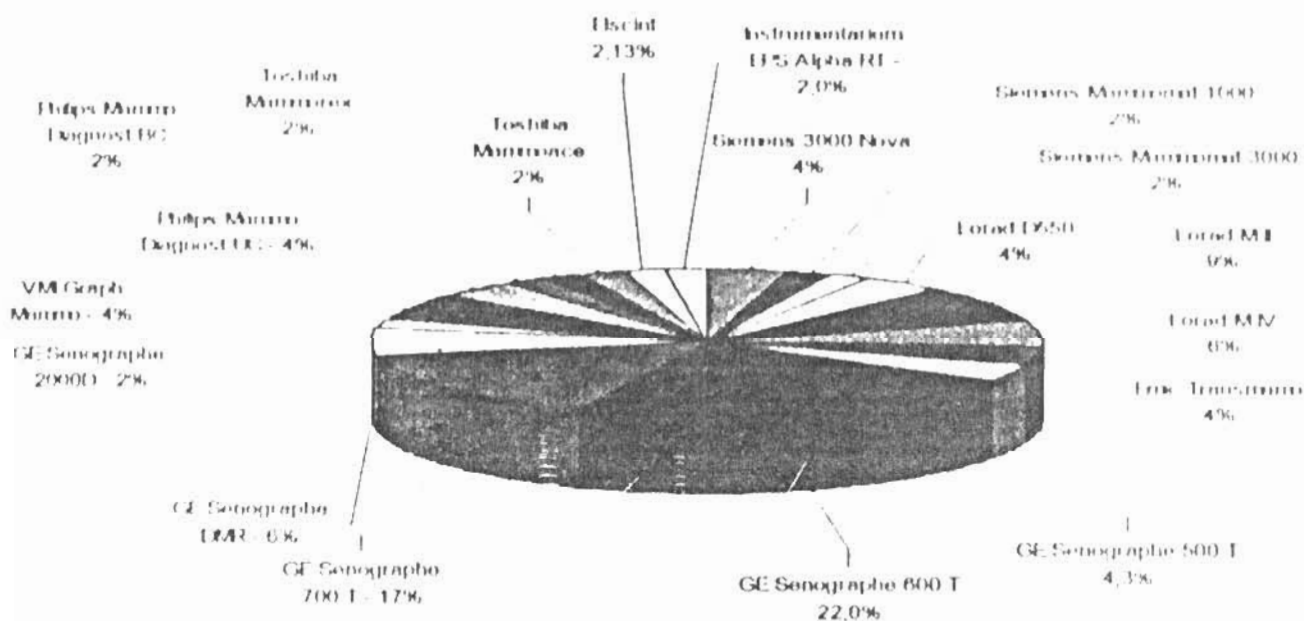


Figura 4 Distribuição de marcas e modelos de mamógrafos medidos na amostra

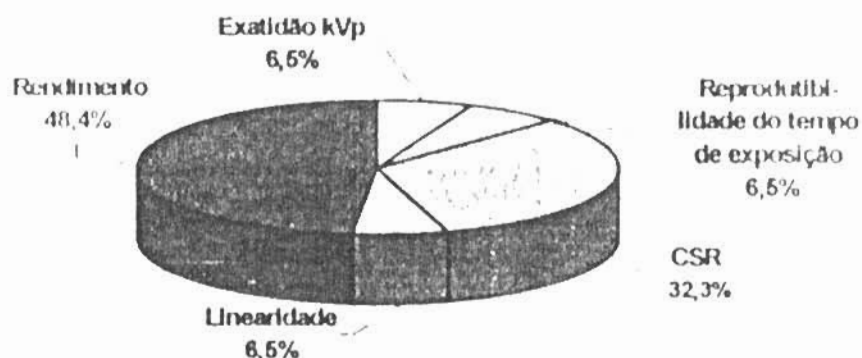


Figura 5 Problemas encontrados nos testes de estado dos mamógrafos medidos

Os valores de doses obtidos para todos os objetos simuladores nos estratos selecionados e para os dois modelos estudados estão apresentados na Tabela 2.

As doses obtidas pelos resultados apresentados mostram que as DGM estão abaixo do nível de referência nos quatro estratos, mostrando que mesmo aqueles equipamentos que devem atender a mais mulheres (estrato A) apresentam doses baixas. Isto pode ser verificado com as doses máximas atingidas em cada estrato. Os resultados mostram também que não há uma concordância de comportamento entre os valores de dose glandular média (DGM) medidas pelos dois métodos. De acordo com o método de Wu, os mamógrafos apresentam valores abaixo dos níveis de referência (3,0 mGy) do ACR/99 para mama padrão de 4,5 cm. Pelo método de Dance, o nível de referência do Protocolo Europeu para a mama padrão seria de 2,0 mGy e, percebe-se que os resultados estão acima deste valor em média. Como estes níveis de referência devem ser avaliados de acordo com as características das mamas e obtenção da imagem das mulheres brasileiras, deve-se estabelecer estes parâmetros para que se possa sugerir que a DGM seja um parâmetro a ser requisitado na Portaria MS 453/98. Porém, em alguns lugares, ainda se registrou tempos muito longos para obtenção da imagem, chegando até 6 s.

Um dos problemas que se percebeu é que 66 % dos mamógrafos amostrados não possuem combinação alvo-filtro adequado para mamas de maior tamanho e maior densidade. De acordo com Gingold e colaboradores<sup>15</sup>, nas combinações alvo-filtro Mo-Mo, conforme se aumenta o potencial do tubo, o contraste diminui mais rapidamente do que para as combinações Mo-Rh ou Rh-Rh. Os estudos de Thlander-Klang e colaboradores<sup>16</sup> com imagens mamográficas de rastreamento de 965 mulheres, na Suécia, mostraram que as DGMs (calculadas pelo método de Dance) eram 1,9 mGy para Mo-Mo, 1,4 mGy para Mo-Rh e 0,81 mGy para W-Rh. Desponds e colaboradores<sup>17</sup> mostram que o filtro de Rh proporciona um desempenho global melhor em relação ao Mo, uma vez que torna o espectro de raios X mais estreito. Desta forma, a dose aumenta significativamente com a espessura e a densidade da mama quando se usa apenas filtro de Mo, uma vez que se aumenta o potencial do tubo de raios X<sup>18</sup>.

## CONCLUSÕES

Este estudo mostra a necessidade de que o país adote um nível de referência adequado para que se possa estabelecer medições de doses glandulares médias estabelecendo-se os riscos que os exames mamográficos podem trazer a mulheres assintomáticas. Mais atenção deve ser dada também aos equipamentos que não possuem combinação alvo-filtro adequada às mamas maiores ou mais densas.

**Tabela 2** Resultados de doses glandulares médias (DGM) obtidos com os métodos de Dance<sup>1974</sup> e de normalização de Wu<sup>1971</sup> e Sobolj<sup>1977</sup> medidas nos mamógrafos dos estratos e calculadas para o Estado de São Paulo para os diferentes objetos simuladores. Aparecem em negrito os valores que estão acima dos níveis de referência fornecidos pelo ACR 99<sup>o</sup> e Protocolo Europeu<sup>1</sup>

Estrato	Tripla modalidade (mGy)			ACR (mGy)			Contraste-detalhe (mGy)		
	40-49 anos	50-64 anos	Normalização	40-49 anos	50-64 anos	Normalização	40-49 anos	50-64 anos	Normalização
<b>A</b>									
MEDIA	1,34	1,73	1,00	1,38	2,43	1,34	3,16	3,99	2,33
Desvio Padrão	0,32	0,42	0,21	0,36	0,85	0,44	1,15	1,46	0,86
Intervalo	0,75 - 1,80	0,95 - 2,32	0,56 - 1,30	0,78 - 3,27	1,00 - 4,23	0,58 - 2,13	0,96 - 5,00	1,21 - 6,33	0,72 - 3,87
Mediana	1,33	1,71	0,97	1,77	2,30	1,25	3,07	3,88	2,29
Variancia	0,10	0,18	0,03	0,02	0,72	0,01	1,34	2,14	0,04
MEDIA	1,53	1,97	1,11	2,00	2,58	1,39	2,78	3,52	2,05
Desvio Padrão	0,45	0,58	0,34	0,72	0,93	0,51	1,09	1,38	0,84
<b>B</b>									
Intervalo	0,89 - 2,16	1,14 - 2,78	0,65 - 1,56	1,12 - 3,48	1,44 - 4,51	0,82 - 2,44	0,56 - 4,27	0,71 - 5,40	0,44 - 3,31
Mediana	1,49	1,93	1,07	1,89	2,44	1,28	3,00	3,80	2,25
Variancia	0,19	0,32	0,01	0,03	0,81	0,02	1,10	1,76	0,04
MEDIA	1,55	2,01	1,13	1,84	2,38	1,32	3,16	4,00	2,43
Desvio Padrão	0,52	0,79	0,47	0,50	0,65	0,36	1,46	1,85	1,10
<b>C</b>									
Intervalo	0,76 - 2,99	0,99 - 3,87	0,57 - 2,26	0,91 - 2,51	1,18 - 3,24	0,67 - 1,80	0,55 - 5,46	0,83 - 6,92	0,61 - 4,21
Mediana	1,43	1,84	1,01	2,07	2,67	1,50	3,22	4,08	2,43
Variancia	0,38	0,63	0,02	0,02	0,42	0,01	2,15	3,44	0,09
MEDIA	1,45	1,88	1,07	2,09	2,96	1,56	3,16	4,01	2,40
Desvio Padrão	0,65	0,92	0,42	0,65	0,85	0,43	1,20	1,52	0,90
<b>D</b>									
Intervalo	0,52 - 2,03	0,75 - 2,46	0,39 - 1,62	0,67 - 2,14	1,02 - 4,07	0,40 - 2,17	2,11 - 5,46	2,56 - 6,92	1,54 - 4,18
Mediana	1,07	1,42	0,87	1,23	2,05	1,39	2,50	3,29	1,96
Variancia	0,03	0,04	0,02	0,04	0,06	0,02	0,12	0,20	0,07
MEDIA	1,47	1,90	1,08	2,03	2,63	1,42	3,08	3,90	2,32
Desvio Padrão	0,20	0,25	0,16	0,29	0,31	0,16	0,50	0,64	0,13
<b>Estado de São Paulo</b>									
Intervalo	0,52 - 2,09	0,57 - 3,57	0,39 - 2,26	0,78 - 3,48	1,00 - 4,51	0,58 - 2,44	0,56 - 5,46	0,71 - 6,92	0,44 - 4,21
3 <sup>o</sup> quartil	1,34	1,73	1,14	1,88	2,43	1,72	3,16	3,99	2,77
Variancia	0,24	0,37	0,04	0,01	0,10	0,003	0,25	0,40	0,017



## AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem aos responsáveis pelos 50 estabelecimentos de saúde que aceitaram participar deste projeto, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, ao Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo suporte financeiro durante o curso do trabalho.

## REFERÊNCIAS

- <sup>1</sup> MINISTÉRIO DA SAÚDE- INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER. *Estimativa 2005: Incidência de câncer no Brasil*. Rio de Janeiro, INCA, 2004.
- <sup>2</sup> MINISTÉRIO DA SAÚDE- INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER. *Estimativas da incidência e mortalidade por câncer no Brasil - 2003*. Rio de Janeiro, INCA, 2003.
- <sup>3</sup> ASSIAMAH, M., NAM, T. L., KEDDY, R. J. Comparison of mammography radiation dose values obtained from direct incident air kerma measurements with values from measured X-ray spectral data. *Applied Radiation and Isotopes*, v. 62, p. 551-560, 2005.
- <sup>4</sup> MINISTÉRIO DA SAÚDE- SECRETARIA DE ATENÇÃO À SAÚDE- DATASUS. *Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde – Indicadores – Equipamentos*. Disponível em <<http://cnes.datasus.gov.br/>>. Acesso em 21/07/2005.
- <sup>5</sup> MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Diretrizes de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico*, Brasília, Diário Oficial da União de 02 de junho de 1998 (PORTARIA DA SECRETARIA DE VIGILÂNCIA À SAÚDE 453)
- <sup>6</sup> AMERICAN COLLEGE OF RADIOLOGY. *Mammography quality control manual*. ACR - Committee on Quality Assurance in Mammography, 1999.
- <sup>7</sup> NATIONAL COUNCIL ON RADIATION PROTECTION AND MEASUREMENTS. *Mammography – a user's guide*. NCRP Report 85, Bethesda, MD, 1986.
- <sup>8</sup> INSTITUTE OF PHYSICAL SCIENCES IN MEDICINE. *The Commissioning and routine testing of mammographic X-ray systems*, 2<sup>nd</sup> ed., ISPM report 59, York, 1994.
- <sup>9</sup> EUROPEAN COMMISSION. *European protocol on dosimetry in mammography*. EUR 16263, Luxemburg, 1996.
- <sup>10</sup> WU, X., BARNES, G. T., TUCKER, D. M. Spectral dependence of tissue glandular dose in screen-film mammography. *Radiology*, v. 179, p. 143-148, 1991.

- <sup>11</sup> WU, X., GINGOLD, F. L., BARNES, G. T., TUCKER, D. M. Normalized average glandular dose in molybdenum target-rhodium filter and rhodium target-rhodium filter mammography. *Radiology*, v. 193, p. 83-89, 1994
- <sup>12</sup> SOBOL, W. T., WU, X. Parametrization of mammography normalized average glandular dose tables. *Medical Physics*, v. 24, n. 4, p. 547-554, 1997
- <sup>13</sup> DANCE, D. R. Monte Carlo calculation of conversion factors for the estimation of mean glandular breast dose. *Physics in Medicine and Biology*, v. 35, n. 9, p. 1211-1219, 1990
- <sup>14</sup> DANCE, D. R., SKINNER, C. L., YOUNG, K. C., BECKETT, J. R., KOTRE, C. J. Additional factors for the estimation of mean glandular breast dose using the UK mammography dosimetry protocol. *Physics in Medicine and Biology*, v. 45, p. 3225-3240, 2000
- <sup>15</sup> GINGOLD, F. L., WU, X., BARNES, G. T. Contrast and dose with Mo-Mo, Mo-Rh, and Rh-Rh target-filter combinations in mammography. *Radiology*, v. 195, p. 639-644, 1995
- <sup>16</sup> THILANDER KIANG, A. C., ACKERHOLM, P. H. R., BERLIN, I. C., BJURSTAM, N. G., MALISSON, S. L. J., MÄNSSON, I. G., SCHÉELE, C., THUNBERG, S. J. Influence of anode filter combinations on image quality and radiation dose in 965 women undergoing mammography. *Radiology*, v. 203, p. 348-354, 1997
- <sup>17</sup> DESPONDS, I., DE PLURSINGE, C., GRECESCU, M., HESSLER, C., SAMIRI, A., VALLEY, J. F. Influence of anode and filter material on image quality and glandular dose for screen-film mammography. *Physics in Medicine and Biology*, v. 36, n. 9, p. 1165-1182, 1991
- <sup>18</sup> OTTO, R. Mammography - Problem: Dose. *Electromedica*, v. 64, n. 1, p. 9-13, 1996