

# Comparação Entre os Sistemas CR e DR Utilizados na Mamografia

## Comparison Between CR and DR Mammography Systems

Fátima F R Alves<sup>1</sup>; Silvio R Pires<sup>2</sup>; Eny M Ruberti Filha; Simone Elias<sup>3</sup>; Regina B Medeiros<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Diagnóstico por Imagem / Escola Paulista de Medicina / UNIFESP, São Paulo, Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Informática em Saúde / Escola Paulista de Medicina / UNIFESP, São Paulo, Brasil

<sup>3</sup>Departamento de Ginecologia / Escola Paulista de Medicina / UNIFESP, São Paulo, Brasil

### Resumo

Nosso objetivo foi comparar os parâmetros de desempenho dos sistemas mamográficos digitais e avaliar a qualidade das imagens associada as doses médias glandulares (DMG). Os parâmetros de qualidade e as DMG foram avaliados de acordo com protocolo europeu. A qualidade da imagem foi verificada utilizando o simulador CIRS11A. A DMG foi estimada para 1071 pacientes, sendo 799 exames realizados em sistema CR-Kodak utilizando os mamógrafos Performa-GE, MIV-LORAD e 12 placas fluorescentes (IP). Os demais exames foram realizados no sistema DR-Senographe DS-GE. Para a estimativa da DGM foram considerados os dados técnicos e espessuras dos tecidos mamários. Foram detectadas diferenças importantes na comparação dos parâmetros de qualidade entre os sistemas, bem como nas DMG. Utilizando o sistema DR foi possível detectar todos os tamanhos dos objetos existentes no simulador utilizando doses mais baixas. Ficou evidente as diferenças tecnológicas no que se refere aos parâmetros físicos que influenciam na qualidade da imagem e nas doses de radiação.

**Palavras-chave:** Sistemas Digitais, Mamografia, Dose Média Glandular, Qualidade da Imagem.

### Abstract

*Our goal was to compare the performance of two digital mammography systems through physical measures and to assess imaging quality associated with mean glandular dose (AGD). The physical measures and AGD were evaluated according to European protocol. Imaging quality was assessed using the mammography phantom CIRS11A. The AGD was estimated for 1071 patients, being 799 of them examined at CR Kodak using two different equipment Performa-GE, MIV-LORAD and 12 imaging plates (IP). The remaining exams were performed at DR-Senographe DS-GE. Technical data and breast tissue thicknesses were considered to estimating the AGD. Important differences were found when comparing CR and DR systems performance, as well as the AGD. All objects sizes inserted in the phantom could be detected through DR system using lower AGD compared with CR system. It was possible to verify technological differences between systems related to imaging quality and radiation dose.*

**Keywords:** Digital Systems, Mean Glandular Dose, Image Quality, Mammography .

### 1. Introdução

A mamografia ainda é o método mais indicado para a detecção precoce do câncer de mama, que quando diagnosticado em estágio inicial, pode proporcionar a cura total. No Brasil, o Instituto Nacional do Câncer (INCA) estima que para o ano de 2014 haverá 57.129 novos casos de câncer de mama em mulheres. Nos Estados Unidos essa estimativa é de 232.670 para as mulheres e de 2.360 para os homens, sendo previstos aproximadamente 20% de casos com mortes. Com base nas taxas de incidência de câncer de mama atuais, estima-se que aproximadamente 12,5% das mulheres nascidas hoje serão diagnosticadas com câncer de mama em algum momento da sua vida<sup>(1)</sup>.

Como política de prevenção do câncer de mama, o INCA publicou a Portaria 2898 de 26 de novembro de 2013, que visa monitorar a qualidade dos exames de mamografia e estabelecer o cálculo de indicadores para o gerenciamento das

informações sobre o rastreamento do câncer de mama<sup>(2)</sup>. Esta Portaria considera a análise da qualidade das imagens mamográficas analógicas e digitais, porém para a verificação do desempenho dos equipamentos mamográficos adota a Portaria 453/1998, que não contempla os testes específicos para sistemas digitais.

Para avaliação dos sistemas digitais faz-se necessário adotar protocolos internacionais<sup>(3, 4)</sup>. A busca por imagens mamográficas com qualidade, eventualmente, pode acarretar em doses desnecessárias. Por isso, é importante garantir o bom desempenho dos equipamentos e assegurar que as imagens mamográficas possuam um padrão adequado ao diagnóstico e que as doses permaneçam abaixo dos limites considerados aceitáveis. Entre os parâmetros indicativos de qualidade da imagem e do desempenho dos equipamentos podemos citar: a razão sinal ruído (SNR), uniformidade do sistema de detecção,

razão contraste-ruído (CNR), rendimento, camada semirredutora e tensão do tubo.

O objetivo deste estudo foi comparar os parâmetros de verificação de desempenho dos sistemas mamográficos digitais CR e DR e avaliar a qualidade das imagens associada as doses médias glandulares (DMG).

## 2. Materiais e Métodos

O estudo foi realizado trimestralmente, entre janeiro/2012 e janeiro/2014, no setor ambulatorial do hospital universitário – Hospital São Paulo e Setor de Mastologia da Escola Paulista de Medicina-UNIFESP.

Os mamógrafos convencionais General Electric modelo Performa e Lorad modelo MIV foram utilizados com a leitora CR Kodak modelo DirectView Elite System. No sistema CR, adquirimos as imagens mamográficas utilizando um conjunto de 12 placas fluorescentes (IP) de fabricação Kodak-modelo EHR-M2. Utilizamos também o equipamento digital de aquisição indireta DR, de fabricação GE, modelo Senographe DS.

Os parâmetros de desempenho foram avaliados segundo o protocolo europeu<sup>(4)</sup>. São eles: Rendimento do tubo, Camada Semirredutora (CSR) e Tensão para o intervalo de 24-35 kVp com precisão de 0,1 kV, alvo/filtro: Mo/Mo. Para tal utilizamos os seguintes instrumentos: monitor de radiação Radcal modelo 9010 e câmara de ionização 10x6M; medidor de tensão RTI Eletrônica (PIII). Avaliamos também a uniformidade e sensibilidade de cada IP. Placas de polimetilmetacrilato (PMMA) de diferentes espessuras foram utilizadas para avaliar a razão sinal-ruído (SNR), razão contraste-ruído (CNR) e estimar as DGM.

Estimamos também as DGM para diferentes espessuras do tecido mamário das 799 pacientes atendidas no HSP e 272 no Setor de Mastologia a partir dos dados técnico-operacionais utilizados nos exames e das espessuras das mamas. Para análise da qualidade adquirimos imagens com o simulador mamográfico CIRS11A (*Computerized Imaging Reference Systems, INC.*) para verificação da detecção de objetos existentes como microcalcificação, fibra e massa tumoral, em condições técnico-operacionais da rotina. Estimamos as DGM para as espessuras de PMMA de 30, 50 e 70 mm a fim de compará-las as espessuras de tecido mamário agrupadas nos intervalos de 31-40 mm, 51-61 mm e maior que 71 mm, segundo o método de Dance et al<sup>(5,7)</sup>.

## 3. Resultados

Durante o período do estudo, os valores da tensão, da CSR e do rendimento apresentaram conformidade com os critérios estabelecidos pelo protocolo europeu nos equipamentos avaliados<sup>(4)</sup>. Para os equipamentos Lorad e Performa os valores da CSR para 28 kV e combinação alvo/filtro Mo/Mo foram: 0,373 e 0,374 mAl,

respectivamente. Para o equipamento SenographeDS-GE os valores foram: 0,374 mAl (Mo/Mo), 0,432 mAl (Mo/Rh) e 0,434 mAl (Rh/Rh). A tabela 1 resume os resultados dos parâmetros SNR, CNR e DGM, representados para espessura de 50 mm de PMMA e de tecido, bem como os objetos detectados por meio do simulador mamográfico.

Podemos observar que no sistema CR a análise das imagens mostrou ser possível identificar microcalcificações de dimensões de 0,165 a 0,400 mm e fibras de 0,53 a 1,25 mm. Quanto as massas tumorais foi possível identificar estruturas de 1,19 a 4,76 mm, a exceção dos meses de março e julho/2013, nos quais foram detectadas massas de 2,38 a 4,76 mm, demonstrando perda de detecção dessas estruturas neste período. No sistema DR foi possível detectar todos os objetos de menor tamanho existentes no simulador CIRS 11A.

Verificamos que houve um aumento da SNR e das DGM no período de outubro/2012 a julho/2013 para o sistema CR, com valores acima dos recomendados pelas normas, sugerindo uma perda de sensibilidade e uniformidade dos IP. No período de outubro/2012 a julho/2013, a variação da uniformidade máxima e mínima manteve-se entre 10,1 a 39,4% e 16,6 a 96,2%, respectivamente; ou seja, variação superior a 15% na grande maioria dos IP. A uniformidade do sistema DR apresentou variação inferior a 2 % em todo período do estudo.

As figuras de 1 a 8 apresentam os valores da DGM estimados para as espessuras 30, 50 e 70 mm de PMMA e para as do tecido mamário nos intervalos: 31-40 mm, 51-60 mm e > 71 mm.

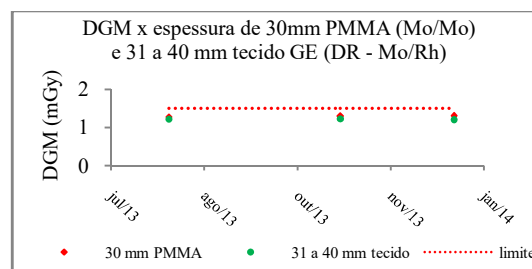


Figura 1. DGM com 30 mm de PMMA comparada com o equivalente em tecido mamário obtidos no sistema DR

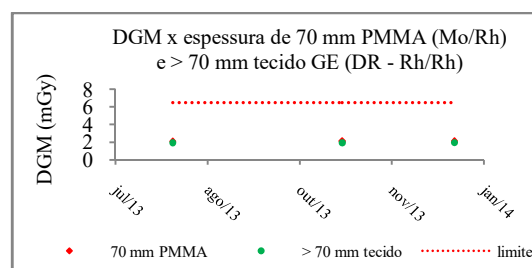


Figura 2. DGM com 70 mm de PMMA comparada com o equivalente em tecido mamário obtidos no sistema DR

Podemos observar que as doses se mantiveram acima dos valores recomendados no período de junho/2012 a julho/2013 para o sistema CR (figuras 2, 3 e 4), enquanto que para o sistema DR

(figura 1) os valores se mantiveram abaixo dos valores recomendados.

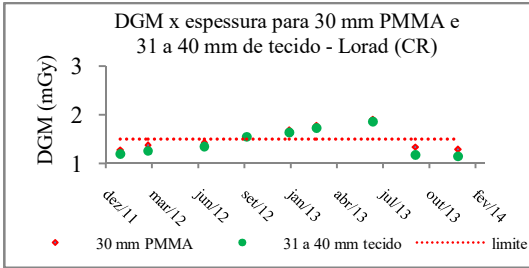


Figura 3. DGM obtida com 30 mm de PMMA e comparada com o equivalente em tecido mamário no mamógrafo Lorad utilizando o sistema CR

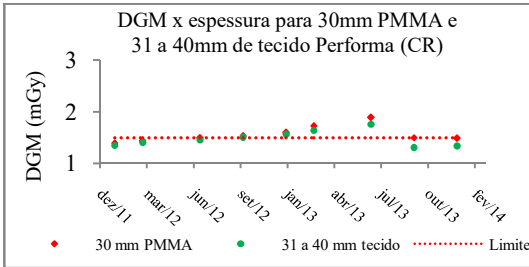


Figura 4. DGM obtida com 30 mm de PMMA e comparada com o equivalente em tecido mamário no mamógrafo Performa utilizando o sistema CR

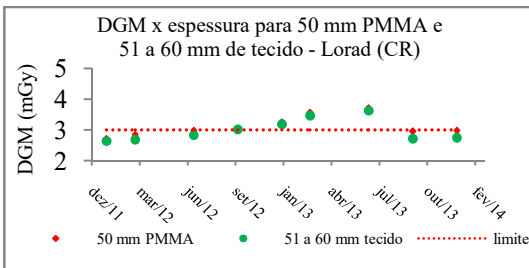


Figura 5. DGM obtida com 50 mm de PMMA e comparada com o equivalente em tecido mamário no mamógrafo Lorad utilizando o sistema CR

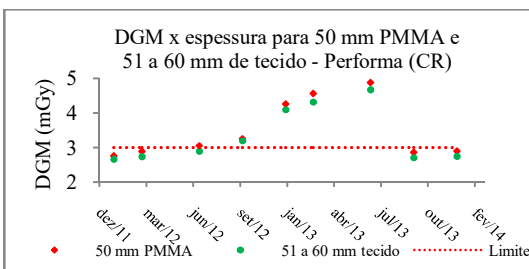


Figura 6. DGM obtida com 50 mm de PMMA e comparada com o equivalente em tecido mamário no mamógrafo Performa utilizando o sistema CR

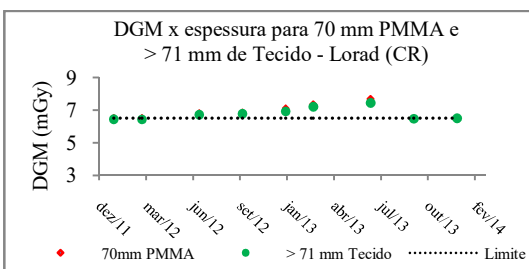


Figura 7. DGM obtida com 70 mm de PMMA e comparada com o equivalente em tecido mamário no mamógrafo Lorad utilizando o sistema CR

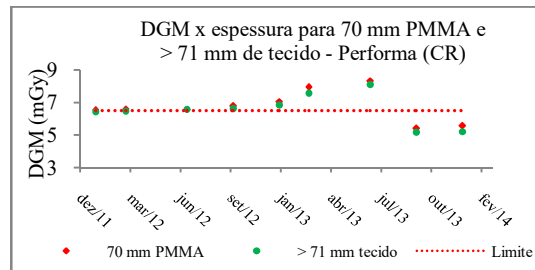


Figura 8. DGM obtida com 70 mm de PMMA e comparada com o equivalente em tecido mamário no mamógrafo Performa utilizando o sistema CR

As tabelas 1 e 2 apresentam os resultados dos parâmetros que influenciaram na qualidade da imagem associadas às DGM para a espessura de 50 mm para o mamógrafo Lorad, utilizando sistema CR.

Tabela 1. Valores da DGM (mGy), SNR e CNR para todo período avaliado, considerando a espessura de 50 mm.

	DGM (mGy)		Qualidade da Imagem	
	PMMA	Tecido	SNR (%)	CNR
Jan/12	2,71	2,64	1,16	9,97
Mar/12	2,84	2,69	4,42	11,01
Jul/12	2,98	2,83	9,15	12,16
Out/12	<b>3,04</b>	<b>3,02</b>	6,25	11,43
Jan/13	<b>3,25</b>	<b>3,19</b>	<b>12,90</b>	10,98
Mar/13	<b>3,56</b>	<b>3,47</b>	<b>10,59</b>	12,21
Jul/13	<b>3,71</b>	<b>3,63</b>	<b>13,08</b>	10,40
Out/13	2,96	2,72	1,52	11,20
Jan/14	2,98	2,75	2,11	11,16

Tabela 2. Valores de detecção das estruturas de interesse, microcalcificação, fibras e massas tumorais para todo período avaliado, considerando a espessura de 50 mm.

	Estruturas de Interesse		
	Microcalcificação	Fibras	Massa tumoral
Jan/12	0,165	0,53	1,19
Mar/12	0,165	0,53	1,19
Jul/12	0,196	0,53	1,58
Out/12	0,196	0,53	1,58
Jan/13	0,230	0,53	1,58
Mar/13	0,230	0,53	<b>2,38</b>
Jul/13	0,275	0,53	<b>2,38</b>
Out/13	0,165	0,53	1,19
Jan/14	0,165	0,53	1,19

As tabelas 3 e 4 apresentam os resultados dos parâmetros que influenciaram na qualidade da imagem associadas às DGM para a espessura de 50 mm para o mamógrafo Performa, utilizando sistema CR.

Tabela 3. Valores da DGM (mGy), SNR e CNR para todo período avaliado, considerando a espessura de 50 mm.

	DGM (mGy)		Qualidade da Imagem	
	PMMA	Tecido	SNR (%)	CNR
Jan/12	2,76	2,67	0,44	11,39
Mar/12	2,89	2,74	2,61	10,96
Jul/12	3,06	2,90	9,33	10,64
Out/12	<b>2,37</b>	<b>3,20</b>	6,19	10,08
Jan/13	<b>4,26</b>	<b>4,10</b>	<b>13,16</b>	10,01
Mar/13	<b>4,57</b>	<b>4,32</b>	<b>10,91</b>	9,79
Jul/13	<b>4,88</b>	<b>4,68</b>	<b>14,26</b>	11,94
Out/13	2,86	2,71	1,58	11,11
Jan/14	2,90	2,75	5,72	10,59

**Tabela 4.** Valores de detecção das estruturas de interesse, microcalcificação, fibras e massas tumorais para todo período avaliado, considerando a espessura de 50 mm.

	Estruturas de Interesse		
	Microcalcificação	Fibras	Massa tumoral
Jan/12	0,165	0,53	1,19
Mar/12	0,165	0,53	1,19
Jul/12	0,196	0,53	1,58
Out/12	0,196	0,53	1,58
Jan/13	0,230	0,53	1,58
Mar/13	0,230	0,53	2,38
Jul/13	0,275	0,53	2,38
Out/13	0,165	0,53	1,19
Jan/14	0,165	0,53	1,19

As tabelas 5 e 6 apresentam os resultados dos parâmetros que influenciaram na qualidade da imagem associadas às DGM para a espessura de 50 mm para o mamógrafo Senographe, utilizando sistema DR.

**Tabela 5.** Valores da DGM (mGy), SNR e CNR para todo período avaliado, considerando a espessura de 50 mm.

	DGM (mGy)		Qualidade da Imagem	
	PMMA	Tecido	SNR (%)	CNR
Jan/12	1,74	1,60	3,92	11,56
Mar/12	1,75	1,63	3,93	11,54
Jul/12	1,76	1,64	3,95	12,42

**Tabela 6.** Valores de detecção das estruturas de interesse, microcalcificação, fibras e massas tumorais para todo período avaliado, considerando a espessura de 50 mm.

	Estruturas de Interesse		
	Microcalcificação	Fibras	Massa tumoral
Ago/13	0,130	0,30	0,90
Nov/13	0,130	0,30	0,90
Jan/14	0,130	0,30	0,90

#### 4. Discussão

A Portaria 453/98 não contempla os testes específicos para sistemas digitais, motivo pelo qual adotamos neste estudo a norma europeia, onde estão estabelecidos os padrões de desempenho para sistemas CR e DR. Em nossa casuística, 74% das mulheres possuíam mamas com espessura superior a 50 mm, motivo pelo qual optamos por apresentar os resultados representativos de nossa amostragem, porém ressaltamos a importância de se estimar as doses nas diversas espessuras recomendadas no protocolo europeu. Notamos que, independente da espessura das mamas das pacientes, as 799 imagens foram obtidas no modo de exposição utilizando uma única combinação de alvo/filtro Mo/Mo, embora os mamógrafos disponibilizassem as combinações Mo/Rh e Rh/Rh. Já no sistema DR, a seleção das combinações alvo/filtro foi efetuada de forma automatizada em função da espessura da mama, o que contribuiu para manter as doses abaixo dos valores recomendados. Hauge et al verificaram que a escolha da combinação do alvo/filtro deve ser efetuada em função da espessura, pois a seleção inadequada pode aumentar a dose e afetar a qualidade de imagem<sup>(8)</sup>. Reis et al efetuaram um estudo comparativo da dose glandular média em três sistemas mamográficos sendo um analógico, um sistema computadorizado (CR) e um sistema

digital de campo total (DR). A análise dos resultados mostrou que houve variação da DGM nos três sistemas sendo maiores os valores obtidos para o sistema CR<sup>(9)</sup>.

#### 5. Conclusões

Sabemos que o desempenho do sistema de imagem CR pode ser avaliado pela sensibilidade do IP por meio da análise do valor da SNR<sup>(4)</sup>. Os resultados mostraram perda na sensibilidade dos IP e aumento das doses no período de julho/2012 a julho/2013. Os valores da DGM permaneceram inferiores aos limites aceitáveis somente nos períodos de janeiro/2012 a março/2012 e após outubro/2013, quando ocorreu a substituição dos IP, sugerindo que a substituição dessas placas foi essencial para manter os valores de uniformidade entre 0,5%-6,3%.

Mação et al mostraram que a troca do IP deve ser realizada em função do número de exposições e que o desgaste dessas placas provoca aumento nas doses<sup>(10)</sup>. Isto justifica a necessidade de se estabelecer uma linha de base para o valor do SNR a fim de evitar doses desnecessárias e perda de qualidade das imagens. A Portaria 453/98 recomenda a utilização de um simulador equivalente ao adotado pelo Colégio Americano de Radiologia (ACR) para avaliação das imagens mamográficas geradas em sistemas analógicos. O simulador CIRS 11A vem sendo utilizado para este fim, bem como para avaliar a qualidade das imagens digitais por possuir outros objetos de teste, além de microcalcificações, fibras, massas tumorais e escala de contraste<sup>(11)</sup>.

Embora este simulador não seja específico para análise de imagens digitais, foi possível verificar a perda de detecção de massa tumoral nos meses em que constatamos a maior variação da uniformidade dos IP. Concluímos que a perda da sensibilidade e a variação da uniformidade dos IP podem propiciar a não detecção de lesões possivelmente existentes nas imagens mamográficas e aumento das doses. O monitoramento das doses e da qualidade das imagens ao longo do tempo permite identificar redução de desempenho do sistema CR e falhas na seleção das condições técnico-operacionais.

#### Referências

1. National Cancer Institute. Estimated new case and deaths from breast cancer in United States in 2014 [database on the Internet]. www.cancer.gov. 2014.
2. Instituto Nacional do Câncer. Programa Nacional de Qualidade em Mamografia. Portaria 2898 de 28 de novembro de 2013, (2013).
3. Ministério da Saúde. Diretrizes de Proteção Radiológica em Radiodiagnóstico Médico e Odontológico, Brasília, Diário Oficial da União de 1 de junho de 1998 (Portaria 453) (1998).
4. Perry N, Broeders M, Wolf C, Törnberg S, Holland R, Karsa L, et al. European guidelines for quality assurance in breast cancer screening and diagnosis. 4th ed;2006.
5. Dance DR, Young KC, van Engen RE. Further factors for the estimation of mean glandular dose using the United Kingdom, European and IAEA breast dosimetry. Phys Med Biol. 2009;54:4361-72.
6. Dance D, Thilander A, Sandborg M, Skinner C, Castellano I, Carlsson G. Influence of anode/filter material and tube potential

on contrast, signal-to-noise ratio and average absorbed dose in mammography: a Monte Carlo study. Br J Radiol. 2000;73(874):1056-67.

7. Dance D. Monte carlo calculation of conversion factors for the estimation of mean glandular breast dose. Phys Med Biol. 1990;35(9):1211-9.

8. Hauge IHR, Olerud HM. Uncertainties involved in the estimation of mean glandular dose for women in the Norwegian Breast Cancer Screening Program (NBCSP). Radiat Prot Dosim. 2013;155(1):81-7.

9. Reis C, Marques C, Lança L, Pascoal A, Pinto E, Santo A. Avaliação da Dose Glandular Média (MGD) em três sistemas mamográficos. Acta Radiol Port. 2009;21(81):21-2.

10. Mação Jr J, Mecca F, Fiel J. Verificação do desempenho dos "image Plates" do sistema CRMamográfico, através dos testes de CNR, SNR e DGM, com relação ao número de exposições realizadas. Rev Bras Fis Med. 2010.

11. Ramos M, Ferrer S, Verdú G, editors. Evaluation of DR and CR digital Mmamography systems based on phantom and breast dosimetry. IEEE Eng Med Biol; 2006; New York. 5659-62.

**Contato:**

Fátima Faloppa Rodrigues Alves  
*Rua Napoleão de Barros, 800 - Vila Clementino -  
CEP 04024-002 - São Paulo/SP.*

*Tel.: 5908-7900*

*E-mail: falves@unifesp.br*