

Caracterização tecnológica da mamografia digital em Portugal: progresso de um projeto em implementação

Cláudia Reis^{1,2}, Mário Oliveira³, João Alves³, José Carlos Marques⁴, Ana Pascoal^{1,5}

1. Faculdade de Engenharia, Universidade Católica Portuguesa.

2. Área Científica de Radiologia, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa, claudia.reis@estesl.ipl.pt

3. Instituto Tecnológico e Nuclear, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.

4. Serviço de Radiologia / Clínica da Mama, Instituto Português de Oncologia Francisco Gentil, E.P.E (IPOFG-LX).

5. Medical Engineering and Physics, King's College London (United Kingdom).

RESUMO: Introdução – A mamografia é o principal método de diagnóstico por imagem utilizado no rastreio e diagnóstico do cancro da mama, sendo a modalidade de imagem recomendada em vários países da Europa e Estados Unidos para utilização em programas de rastreio. A implementação da tecnologia digital causou alterações na prática da mamografia, nomeadamente a necessidade de adaptar os programas de controlo de qualidade. **Objetivos** – Caracterizar a tecnologia instalada para mamografia em Portugal e as práticas adotadas na sua utilização pelos profissionais de saúde envolvidos. Concluir sobre o nível de harmonização das práticas em mamografia em Portugal e a conformidade com as recomendações internacionais. Identificar oportunidades para otimização que permitam assegurar a utilização eficaz e segura da tecnologia. **Metodologia** – Pesquisa e recolha de dados sobre a tecnologia instalada, fornecidos por fontes governamentais, prestadores de serviços de mamografia e indústria. Construção de três questionários, orientados ao perfil do médico radiologista, técnico de radiologia com atividade em mamografia digital e técnico de radiologia coordenador. Os questionários foram aplicados em 65 prestadores de serviços de mamografia selecionados com base em critérios de localização geográfica, tipo de tecnologia instalada e perfil da instituição. **Resultados** – Foram identificados 441 sistemas para mamografia em Portugal. A tecnologia mais frequente (62%) e *vulgarmente conhecida* por radiografia computadorizada (*computed radiography*) é constituída por um detector (*image plate*) de material fotoestimulável inserido numa cassete de suporte e por um sistema de processamento ótico. A maioria destes sistemas (78%) está instalada em prestadores privados. Aproximadamente 12% dos equipamentos instalados são sistemas para radiografia digital direta (*Direct Digital Radiography* – DDR). Os critérios para seleção dos parâmetros técnicos de exposição variam, observando-se que em 65% das instituições são adotadas as recomendações dos fabricantes do equipamento. As ferramentas de pós-processamento mais usadas pelos médicos radiologistas são o ajuste do contraste e brilho e magnificação total e/ou localizada da imagem. Quinze instituições (em 19) têm implementado um programa de controlo de qualidade. **Conclusões** – Portugal apresenta um parque de equipamentos heterogéneo que inclui tecnologia obsoleta e tecnologia “topo de gama”. As recomendações/guidelines (europeias ou americanas) não são adotadas formalmente na maioria das instituições como guia para fundamentação das práticas em mamografia, dominando as recomendações dos fabricantes do equipamento. Foram identificadas, pelos técnicos de radiologia e médicos radiologistas, carências de formação especializada, nomeadamente nas temáticas da intervenção mamária, otimização da dose e controlo da qualidade. A maioria dos inquiridos concorda com a necessidade de certificação da prática da mamografia em Portugal e participaria num programa voluntário.

Palavras-chave: mamografia digital, práticas, controlo da qualidade, otimização.

Technology characterization of digital mammography in Portugal: project implementation progress

ABSTRACT: Introduction – Mammography is the gold standard for screening and imaging diagnosis of breast disease. It is the imaging modality recommended by screening programs in various countries in Europe and the United States. The implementation of the digital technology promoted changes in mammography practice and triggered the need to adjust quality control programs. **Aims** – Characterize the technology for mammography installed in Portugal. Assess practice in use in mammography and its harmonization and compliance to international guidelines. Identify optimization needs to promote an effective and efficient use of digital mammography to full potential. **Methodology** – Literature review was performed. Data was collected from official sources (governmental bodies, mammography healthcare providers and medical imaging industry) regarding the number and specifications of mammography equipment installed in Portugal. Three questionnaires targeted at radiologists, breast radiographers and the chief-radiographer were designed for data collection on the technical and clinical practices in mammography. The questionnaires were delivered in a sample of 65 mammography providers selected according to geographical criteria, type of technology and institution profile. **Results** – Results revealed 441 mammography systems installed in Portugal. The most frequent (62%) technology type are computerized systems (CR) mostly installed in the private sector (78%). 12% are *direct radiography* systems (DDR). The criteria for selection of the exposure parameters differ between the institutions with the majority (65%) following the recommendations from the manufacturers. The use of available tools for post-processing is limited being the most frequently reported tools used the contrast/brightness and Zoom or Pan Magnification tools. Fifteen participant institutions (out of 19) have implemented a quality control programme. **Conclusions** – The technology for mammography in Portugal is heterogeneous and includes both obsolete and state of the art equipment. International guidelines (European or American) are not formally implemented and the manufacturer recommendations are the most frequently used guidance. Education and training needs were identified amongst the healthcare professionals (radiologists and radiographers) with focus in the areas of mammography intervention, patient dose optimization and quality control. The majority of the participants agree with the certification of mammography in Portugal.

Keywords: digital mammography, practice, quality control, optimization.

Introdução

A tecnologia para imagiologia mamária tem sido alvo de grandes desenvolvimentos na última década com diversas modalidades (ressonância magnética e ultrassonografia) a assumir atualmente um papel de relevo na gestão da patologia mamária. A mamografia (imagem produzida com radiação X) é o principal método utilizado no rastreio e diagnóstico dos sinais do cancro da mama, mantendo-se a modalidade de imagem recomendada para utilização em programas de rastreio em diversos países da Europa e nos Estados Unidos da América¹. São conhecidas as limitações da mamografia, em concreto a sua limitada sensibilidade e especificidade na deteção e caracterização de lesões, particularmente em mamas densas e de mulheres jovens. Estudos sobre a eficácia da mamografia em mulheres com mais de 50 anos apontam valores de sensibilidade entre 68% e 90%² e especificidade variável entre 82% e 97%². É reconhecido o valor da ultrassonografia (US)³⁻⁴ e da ressonância magnética (MRI)⁵ como complemento da mamografia. A to-

mografia computadorizada (CT)⁶, a mamografia por emissão de positrões (PEM)⁷⁻⁸ e a cintigrafia mamária (SPECT)⁸ são modalidades também utilizadas no diagnóstico e na avaliação da patologia mamária.

A eficácia da tecnologia digital para mamografia tem vindo a ser comprovada em diversos estudos clínicos realizados na última década⁹⁻¹⁴. Atualmente existem diversas opções disponíveis comercialmente para mamografia digital que diferem nas características do detetor, sistema de aquisição e processamento da imagem e na sua integração com a fonte de radiação X.

Existem equipamentos com a fonte de raios-X, o detetor e sistema de processamento integrados numa única unidade (*direct digital radiography (DDR) systems*). Estes permitem a produção da imagem digital logo após a exposição sem a intervenção do utilizador. Outros sistemas, conhecidos por *computed radiography (CR)*, são constituídos por um detetor (*photostimulable systems*) inserido num suporte (casete) e uma unidade de processamento ótico independente.

Os sistemas DDR têm maior potencial para produzir imagens com qualidade diagnóstica a uma dose mais reduzida comparativamente aos sistemas CR ou écran-película (E/P). Contudo, isto requer um processo de calibração dos parâmetros de exposição (i.e., potencial na ampola e a combinação alvo/filtro) às características do detetor¹⁵⁻¹⁶.

O formato digital da imagem mamográfica permitiu também o desenvolvimento de ferramentas específicas de processamento, como algoritmos para deteção (e diagnóstico) assistida por computador (CAD). Estas ferramentas têm por objetivo reduzir os resultados falsos positivos e falsos negativos, melhorando a sensibilidade e especificidade proporcionadas pela modalidade¹⁵.

A tomossíntese e a mamografia digital de dupla energia (CEDM) com injeção de contraste são desenvolvimentos recentes que se propõem reduzir o impacto negativo do ruído anatómico inerente à técnica planar da mamografia. A relação custo-efetividade destas novas aplicações está em estudo¹⁷⁻¹⁸.

A implementação de um programa de garantia da qualidade em mamografia permite assegurar a produção de imagens com qualidade diagnóstica e possibilita o controlo e otimização da dose e a promoção da utilização eficaz e eficiente da tecnologia.

Neste contexto foram desenvolvidos diversos protocolos/orientações de âmbito nacional e internacional [e.g., *Mammography Quality Control Manual*, do *American College of Radiology (ACR)*, *European guidelines for quality assurance in breast cancer screening and diagnosis*, da *European Commission/EUREF* e *Quality Assurance Programme for Digital Mammography*, da *International Atomic Energy Agency (IAEA)*] com o objetivo de apoiar a implementação de programas de controlo da qualidade (CQ) em mamografia e promover a harmonização de boas práticas nas instituições¹⁸⁻²¹.

Objetivos

Em Portugal tem-se verificado, na última década, uma rápida introdução da tecnologia para mamografia digital (CR ou DDR) no sistema de saúde. Esta tem decorrido na sequência da renovação do parque de equipamentos existente e da criação de novas unidades prestadoras de serviços de saúde. Contudo, não existe evidência da dinâmica na implementação formal e harmonizada de *guidelines* para boas práticas, em particular na utilização da tecnologia para mamografia digital.

Assim, numa iniciativa inovadora em Portugal, propomos realizar um estudo, utilizando métodos científicos com os seguintes objetivos:

- 1) Caracterizar a tecnologia para mamografia instalada em Portugal;
- 2) Caracterizar a prática dos médicos radiologistas (MR) e técnicos de radiologia (TR) envolvidos em mamografia digital;
- 3) Caracterizar o desempenho de uma amostra de equipamentos para mamografia digital (CR e DDR) instalados em Portugal.

Neste artigo propomo-nos divulgar o projeto e seus objetivos e revelar resultados preliminares das atividades de caracterização da tecnologia instalada em Portugal e das práticas em curso para uma amostra de prestadores*.

É objetivo global do projeto concluir sobre o nível de harmonização das práticas em mamografia em Portugal e estudar a conformidade com as recomendações/*guidelines* internacionais. Pretende-se também identificar oportunidades que promovam a qualidade dos exames de mamografia.

Metodologia

Caracterização da tecnologia instalada

Diversas organizações foram contactadas solicitando a disponibilização de informação sobre o número de equipamentos para mamografia instalados em Portugal com detalhe sobre a sua localização geográfica e tipo de tecnologia. Foram contactadas as cinco Administrações Regionais de Saúde (ARS), os governos regionais dos Açores e da Madeira, a Direção-Geral da Saúde (DGS), a Direção-Geral de Proteção Social aos Funcionários e Agentes da Administração Pública (ADSE), a indústria (fabricantes e distribuidores) e prestadores de serviços de mamografia (hospitais e clínicas).

Caracterização das práticas nas instituições

Foram desenvolvidos questionários para cada um dos 3 perfis profissionais com atividade em mamografia, nomeadamente MR, TR e TR coordenador (ou perfil equivalente, com envolvimento no treino, coordenação da atividade técnica e de gestão do equipamento). Os questionários incluíram maioritariamente questões fechadas que permitiram recolher detalhes sobre a tecnologia instalada e caracterizar diversos aspetos da prática clínica e técnica da mamografia nas instituições participantes (cf. Tabela 1). Foi ainda recolhida a opinião dos profissionais relativamente a preferências em mamografia e certificação da modalidade.

Os questionários foram testados numa amostra de 9 TR e 3 MR com atividade em mamografia, tendo sido incorporadas sugestões de melhoramento.

Seleção da amostra

Limitações de recursos humanos e tecnológicos não permitiram contemplar no estudo todos os prestadores de serviços de mamografia e equipamentos (441) identificados em Portugal. Esta seria uma atividade importante promover, por nunca ter sido realizada uma caracterização (*survey*) de âmbito nacional sobre a prática da mamografia em Portugal. Permitiria obter uma perspetiva completa e recolher indicadores de referência (*baseline*) úteis em futuras comparações.

Face aos constrangimentos referidos foi selecionada uma amostra de prestadores de serviços de mamografia a estudar, considerando apenas elegíveis para o processo de amostragem os prestadores que dispõem de tecnologia digital (CR ou DDR).

A seleção das instituições a incluir na amostra foi realizada utilizando uma técnica de amostragem estratificada, por

* A recolha de dados para caracterização do desempenho de uma amostra de equipamentos para mamografia, instalados em Portugal, está em curso. O projeto teve início em Março de 2010, prevendo-se a sua conclusão em Março de 2013.

Tabela 1: Informação recolhida com os questionários para a caracterização das práticas em mamografia digital em Portugal

Aspetos a caracterizar	Informação recolhida com questionários
Perfil dos inquiridos	Idade, género, formação e treino, experiência profissional.
Perfil da instituição	Tipo de financiamento (público/privado), tipo de atividade (rastreamento, diagnóstico, intervenção, follow up), recursos humanos.
Tecnologia para mamografia	Convencional ou digital, equipamento e características técnicas (alvo/filtro, indicadores de exposição)
Prática técnica	Parâmetros de exposição, atitude face ao indicador de dose.
Prática clínica	Suporte para visualização (hardcopy e/ou softcopy), ferramentas de pós-processamento (manipulação do contraste e brilho, zoom, análise de histograma).
Aspetos organizacionais	Formato de arquivo e entrega de exames.
Controlo da qualidade	Tecnologia incluída, características do prestador (interno à organização, subcontratado).
Opinião e preferências	Impacto da mamografia digital, certificação.

quotas e por conveniência.

Na amostragem estratificada por quotas, a dimensão da amostra é calculada com base na proporção de elementos da população para um determinado estrato que possui uma mesma característica.

A população (total de equipamentos) foi agrupada em 7 estratos representativos das 7 regiões de saúde em Portugal [ARS Norte, Centro, Lisboa e Vale do Tejo (LVT), Alentejo, Algarve, Madeira e Açores]. Os elementos para cada estrato foram organizados de acordo com uma variável de interesse (o tipo de tecnologia: CR e DDR). Para cada estrato e variável de interesse calculou-se a quota (percentagem de elementos face ao total de equipamentos identificados) (cf. Tabela 2).

Tendo em conta as cotas calculadas foi determinado o número de equipamentos a considerar para cada estrato, considerando uma duração estimada para as atividades de recolha dos dados a realizar por instituição (i.e., recolha de questionários e avaliação técnica do equipamento no local) e o tempo disponível (de acordo com o calendário do projeto) para a atividade referida.

A seleção dos constituintes da amostra (i.e., prestadores de serviços de mamografia) foi feita por conveniência, considerando apenas as instituições que responderam favoravelmente ao convite. Foi ainda considerada, sempre que possível, a inclusão de prestadores representativos de diferentes estruturas (hospital central, universitário, laboratório de meios complementares de diagnóstico e terapêutica), tipos de financiamento (público, privado, parcerias público-privadas e de solidariedade social) e centros de apoio ao programa de rastreio do cancro da mama. Consideraram-se ainda diversos fabricantes representados no mercado português de equipamento de mamografia (Agfa Healthcare, Carestream, Fuji Medical, GE Healthcare, Hologic, Metaltronica, Philips Healthcare, Planmed, Siemens Healthcare) e incluiu-se, quando possível, mais do que um equipamento da mesma marca.

A amostra estudada é composta por um total de 65 prestadores, como indicado na Tabela 2. Os questionários foram enviados (por correio postal ou eletrónico) com um convite para participar no estudo.

Tabela 2: Estratificação da amostra por regiões de saúde (7 estratos/categorias) agrupadas por tipo de tecnologia (CR e DDR)

Áreas de Saúde	Tecnologia Computed Radiography – CR			Tecnologia Direct Digital Radiography – DDR			Totais
	Número de Equipamentos	Proporção (%)	Tamanho da Amostra	Número de Equipamentos	Proporção	Tamanho da Amostra	
Norte	92	34,07	19	12	25,53	3	104
Centro	59	21,85	12	9	19,15	2	68
LVT	78	28,89	15	25	53,19	5	103
Alentejo	14	5,19	3	2	4,26	1	76
Algarve	19	7,04	4	1	2,13	1	20
RAM	3	1,11	1	1	2,13	1	4
RAA	5	1,85	1	1	2,13	1	6
Totais	270	100	55	47	100	14	317

Resultados e Discussão

1. Caracterização da tecnologia para mamografia instalada em Portugal

Os dados recolhidos até ao momento, através do cruzamento das várias fontes de informação disponibilizadas, indicam a existência de 441 sistemas para mamografia instalados em Portugal, incluindo unidades fixas e móveis. Do total de equipamentos, 78% (345) encontram-se no setor privado, 19% (85) no setor público e 3% (14) no setor social. A distribuição de equipamentos evidencia uma concentração de equipamento na região Norte – 36% (159 unidades) –, seguindo-se a região de Lisboa e Vale do Tejo (LVT) com 33% (146) e a região Centro com 17% (73).

No Alentejo, Algarve, Açores e Madeira foi identificado um número consideravelmente inferior de equipamentos: entre 1,6% a 6,3% do total (7 e 28 unidades, respetivamente).

Do total de equipamentos identificados foi possível caracterizar cerca de 82% das unidades (360) por tipo de tecnologia. Com base nestes números concluiu-se que, pelo menos, 9,7% (35) de mamógrafos são tecnologia analógica com detector de E/P e, pelo menos, 74,1% (327) são tecnologia digital. Em 18% (81) dos equipamentos, a informação recolhida não permitiu caracterizar o tipo de tecnologia.

Dos equipamentos digitais 62% (273) são tecnologia CR, 12% (52) são tecnologia DDR e 0,2% (2) dos prestadores estão em fase de transição de tecnologia CR para DDR. Dois equipamentos para mamografia digital integrada dispõem da funcionalidade para tomossíntese. A tecnologia digital está disponível nos setores público e privado; contudo, a tecnologia DDR está concentrada (73,1%) no setor privado.

2. Perfil das instituições participantes no estudo

Financiamento e organização

A Figura 1 apresenta a caracterização das instituições participantes por perfil da organização e por tipo de financiamento.

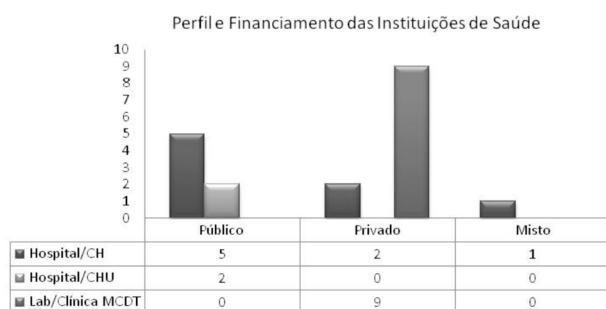


Figura 1: Caracterização dos prestadores de serviços de mamografia participantes por perfil da organização (Hospital/Centro Hospitalar, Hospital/Centro Hospitalar Universitário e Laboratório/Clinica de Meios Complementares de Diagnóstico e Terapêutica) e tipo de financiamento (público, privado e parceria público-privada).

Dos prestadores convidados a participar no estudo 19 enviaram respostas aos questionários. Das instituições partici-

pantes 36,8% (7) pertencem ao setor público, 57,9% (11) ao setor privado e 5,3% (1) são parceria público-privada.

As instituições públicas são hospitais e incluem 2 centros universitários. 10,5% (2) das instituições do setor privado são hospitais e 9 (47,4%) são laboratórios de meios complementares de diagnóstico (LMCDT).

Atividade em mamografia

Os resultados da análise dos tipos de atividade de mamografia para os prestadores públicos e privados (cf. Figura 2) revelaram que a mamografia com fins de diagnóstico é o tipo de atividade mais frequente em todas as instituições participantes.

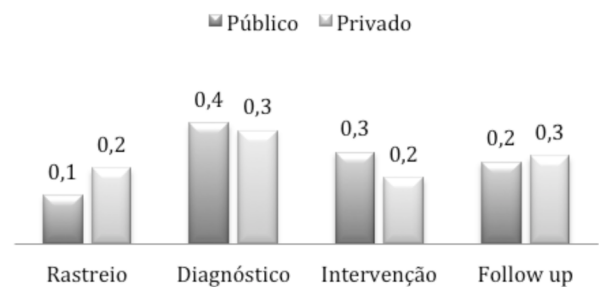


Figura 2: Tipos de atividade de mamografia [rastreio "oportunistamente", diagnóstico, intervenção e acompanhamento (follow up)] nas instituições participantes no estudo.

A intervenção mamária com apoio da mamografia é realizada na maioria (14/19) das instituições, mais frequentemente nos centros hospitalares (8/14) e nos hospitais universitários (2/14).

Em 4 instituições realizam-se também exames no âmbito do programa de rastreio do cancro da mama, a convite da Liga Portuguesa Contra o Cancro (LPCC), embora esta atividade tenha sido reportada com reduzida frequência. Todas as instituições reportaram atividade de mamografia no âmbito de rastreio oportunista (i.e., rastreio por prescrição médica e não a convite da LPCC).

Note-se que o programa de rastreio de cancro da mama em Portugal ainda não abrange toda a população-alvo. De acordo com a informação disponibilizada pela LPCC, o programa de rastreio abrange atualmente toda a Região Centro, bem como os distritos de Beja, Évora, Portalegre, Santarém e alguns concelhos dos distritos de Bragança, Viana do Castelo e Lisboa22, sendo este implementado em estreita colaboração com os prestadores de cuidados de saúde primários.

Orientações (guidelines) que fundamentam as práticas em mamografia digital

Na maioria das instituições estudadas (11/19), as práticas adotadas na utilização do equipamento de mamografia digital são fundamentadas em recomendações dos fabricantes (cf. Figura 3). Em 5 instituições foi reportado o uso das orientações propostas pela *European Reference Organization for Quality Assurance Breast Screening and Diagnostic*

Services (EUREF)²¹ e 2 prestadores referiram a adoção das *guidelines* do American College of Radiology (ACR)¹⁹.

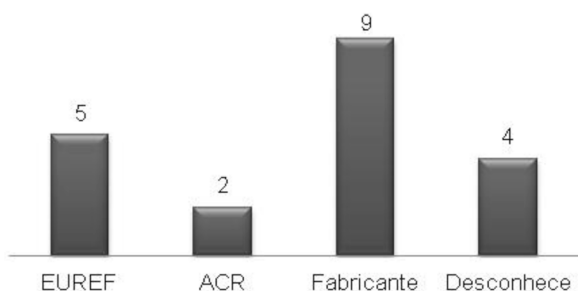


Figura 3: Guidelines consideradas como referência pelos prestadores de mamografia participantes no estudo.

A utilização de *guidelines* na prática da mamografia digital promove a eficácia e eficiência do exame, criando mecanismos para o controlo de qualidade dos cuidados prestados à população com doença mamária^{21,23}. Permite, também, a identificação de oportunidades para otimização da prática. A implementação sistemática de *guidelines* em mamografia, e a sua disseminação, promove uma cultura de qualidade em mamografia e contribui para harmonizar as práticas na modalidade, a nível internacional.

A implementação das *guidelines* europeias (EUREF) é considerada importante pela LAÇO (uma associação sem fins lucrativos que tem por objetivo promover e apoiar a prevenção, diagnóstico e tratamento do cancro da mama em Portugal). Esta organização gostaria que o sistema nacional de saúde português assegurasse que as suas unidades de mamografia operassem em conformidade com estas orientações²³.

Tipo de tecnologia instalada para o estudo da mama

Do total de instituições em Portugal com tecnologia para mamografia, pelo menos 63,2% possuem um mamógrafo com tecnologia digital CR (não integrada) e, pelo menos, 42,1% possuem um mamógrafo DDR (digital integrado). Em duas destas instituições, o mamógrafo DDR possui funcionalidades para tomossíntese. Pelo menos 22 instituições (individuais ou integradas em grupos de saúde) dispõem de múltiplos (2 a 5) sistemas para mamografia.

Todos os prestadores participantes dispõem de, pelo menos, 1 ecógrafo dedicado a estudos mamários e 13 (68,4%) dispõem de equipamento para imagem da mama por ressonância magnética. Em 4 instituições existe *software* CAD disponível. Não se observou a disponibilidade das tecnologias PEM, CEDM, Breast-CT, LASER mammography para o estudo complementar da mama nas instituições participantes.

Observa-se a disseminação da mamografia digital em Portugal na última década – uma tendência que acompanha a situação verificada em outros países da Europa e nos Estados Unidos da América²⁴.

A tecnologia digital para mamografia proporciona vantagens relativamente à tecnologia convencional analógica

como, por exemplo, a ampla gama dinâmica (1:10.000), a relação sinal/ruído, a resolução de contraste e a resolução espacial otimizadas (i.e., parâmetros importantes na deteção de nódulos, lesões espiculadas e microcalcificações). O formato digital permite ainda a utilização do pós-processamento e a manipulação da imagem para otimizar a sua qualidade^{9-11,13-14,25-27}, o arquivo em formato eletrónico e a transferência da imagem para localizações remotas.

Profissionais de saúde com atividade em mamografia

A percentagem de TR com atividade em mamografia nas instituições participantes varia entre 8,6% e 100,0% e a percentagem de MR com atividade em mamografia varia entre 16,7% e 100,0%, revelando variações na estratégia de organização das equipas.

3. Caracterização do perfil dos profissionais participantes no estudo

Género e idade

Neste estudo participaram 46 TR com atividade em mamografia, sendo a maioria (98%) do sexo feminino e com idades compreendidas entre os 20 e os 59 anos. Os 29 MR são maioritariamente (69%) do sexo feminino com idades compreendidas entre os 30 e 59 anos (cf. Figuras 4 e 5).

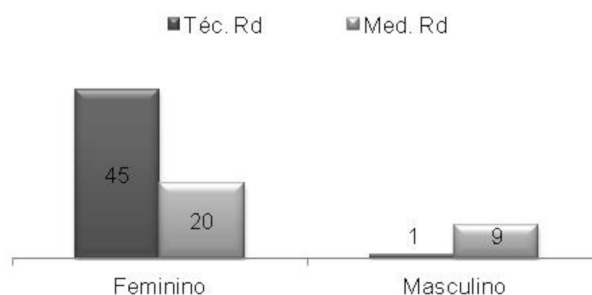


Figura 4: Género dos inquiridos (técnicos de radiologia e médicos radiologistas).

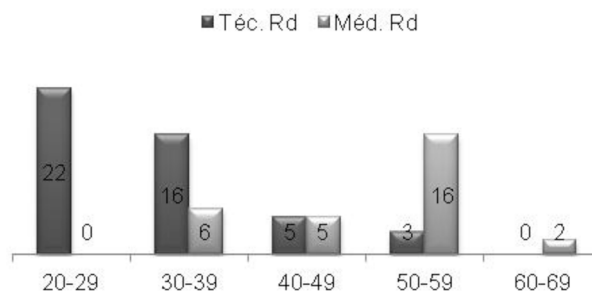


Figura 5: Idade dos inquiridos (técnicos de radiologia e médicos radiologistas).

Formação e treino em mamografia digital

A maioria dos TR (80,4%) e dos MR (82,7%) possui a licenciatura como o grau académico (concluído) mais avançado.

Antes de iniciar a sua atividade em mamografia digital, 65% dos TR e 72,4% dos MR frequentaram formação e treino especializados. Áreas de formação e treino recebido pelos TR incluem: desenvolvimentos tecnológicos em mamografia, vantagens e limitações da tecnologia digital e otimização dos parâmetros técnicos de exposição. Os MR indicaram ter recebido formação em desenvolvimentos sobre tecnologias digitais e pós-processamento da imagem. Os tópicos menos referidos como alvo da formação foram a otimização dos parâmetros técnicos, o controlo de qualidade e a relação custo-efetividade da mamografia digital.

Em coerência com este resultado, 43,5% dos TR e 44,8% dos MR indicaram necessidade de atualização dos conhecimentos em mamografia digital. As áreas frequentemente apontadas pelos TR como alvo de carências de formação e treino especializado incluíram CQ, radiologia de intervenção mamária, reconhecimento de artefactos e otimização de dose. Os MR apontaram o pós-processamento de imagem, a análise da qualidade da imagem, a tomossíntese e a intervenção mamária como as áreas em que sentem necessidade de adquirir mais formação e treino.

Para a maioria dos profissionais TR e MR, a formação específica em mamografia digital foi adquirida em conferências e *workshops* de curta duração (inferior a uma semana).

A educação e treino continuado dos profissionais de saúde com atividade em mamografia são aspetos fundamentais a considerar pelos departamentos que se propõem prestar serviços de mamografia com qualidade²⁸⁻³¹.

No caso específico dos TR, as *guidelines* europeias aconselham a uma frequência de formação em mamografia digital de 3 em 3 anos, devendo esta incluir 40h teóricas e treino prático variável entre 2 a 6 semanas, dependendo do desempenho e da experiência individuais. Para os MR é recomendada a participação em ações de formação e treino específicos em mamografia a cada 3 anos, considerando um período para leitura de exames, um estágio em clínica dedicada a senologia e uma articulação do treino com um tutor. Num estudo realizado sobre formação e treino contínuos de TR portugueses³¹ concluiu-se que a área da mamografia é uma das menos apreciadas em termos de formação contínua (por oposição à tomografia computadorizada e ressonância magnética). Este aspeto é também salientado num estudo de âmbito Europeu³⁰.

4. Caracterização das práticas em mamografia digital

Parâmetros técnicos de exposição (PTE)

Na aquisição da imagem mamográfica, 97,8% dos TR participantes no estudo utiliza um modo com controlo automático de exposição (CAE) que envolve a seleção automática dos parâmetros técnicos de exposição[†].

Os modos de exposição automática mais utilizados para a aquisição das imagens são o modo *dose*, seguido do *standard* (ou *autofilter*, dependendo da designação atribuída

pelo fabricante) (cf. Figura 6). O modo contraste foi reportado como sendo utilizado com menor frequência.

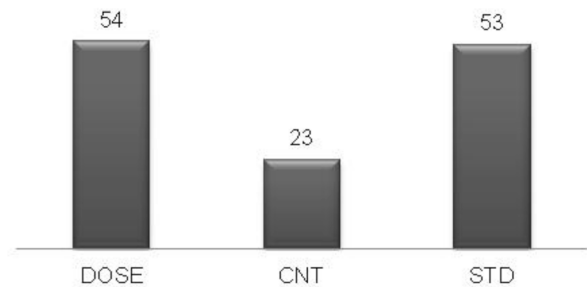


Figura 6: Modos de controlo automático de exposição para a produção de imagens de uma mamografia e frequência de utilização nas instituições participantes. Modo DOSE (dose reduzida), modo CNT (i.e., contraste – qualidade da imagem superior) e modo STD (standard – otimização da qualidade de imagem e dose).

Estes modos de exposição foram desenvolvidos para proporcionar 3 diferentes níveis de exposição do detetor quando submetidos a um processo de calibração.

O modo DOSE envolve um nível de exposição do detetor inferior, proporcionando menor dose de radiação para os tecidos mamários. Por oposição, o modo CNT (contraste) propõe-se melhorar a qualidade da imagem e geralmente envolve um nível de exposição superior. O modo STD (*standard*) resulta num nível de exposição intermédio (otimizado).

O modo de exposição selecionado condiciona as características do feixe de radiação (qualidade e intensidade) utilizado, nomeadamente a combinação alvo-filtro. Dependendo do tipo de equipamento (fabricante) utilizado, o equipamento pode propor ao utilizador os parâmetros de exposição adequados a partir de uma análise das características da mama (e.g., espessura comprimida e/ou na composição da mama³²⁻³³, sendo esta geralmente caracterizada através de uma pré-exposição).

As combinações de alvo-filtro mais frequentemente utilizadas nas instituições participantes são molibdénio/molibdénio (Mo/Mo) e molibdénio/ródio (Mo/Rh). Observa-se também a utilização de outras combinações (e.g., exemplo tungsténio-ródio – W/Rh, tungsténio-prata W/Ag), estas associadas a equipamentos específicos desenvolvidos mais recentemente.

Engelken, et al³⁴ concluíram que a utilização de feixes de radiação X produzidos com combinação de W/Rh proporciona uma redução da dose na mama em 33% e 36% para as projeções crânio-caudal e oblíqua mediolateral, respetivamente, quando comparada com as outras combinações.

Relativamente à utilização de indicadores de qualidade do exame, os resultados revelam que quando o equipamento disponibiliza indicador de exposição 39% dos TR considera este indicador para monitorizar a qualidade do exame ma-

† Excetuam-se os estudos de mamas com implantes e peças operatórias onde os parâmetros são selecionados manualmente pelo operador.

mográfico. A maioria (65,2%) destes profissionais compara o valor obtido com a gama de valores de referência recomendada pelo fabricante e 30,4% considera valores definidos em protocolos do departamento. De salientar que 15% dos TR participantes conhece a existência deste indicador mas não o considera e 22% desconhece a sua existência.

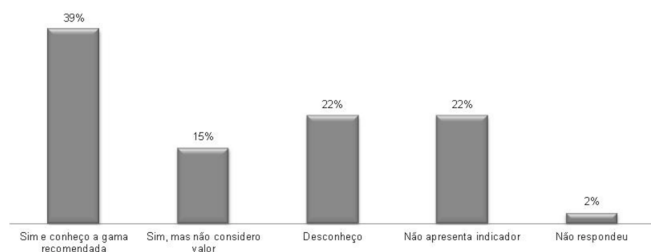


Figura 7: Atitude do técnico de radiologia face ao indicador de exposição/dose (quando disponibilizado pelo equipamento) para monitorizar a qualidade do exame.

A análise do indicador de exposição do sistema de mamografia constitui um importante mecanismo de controlo da qualidade do exame mamográfico³⁵ que permite alertar o operador para a ocorrência de exposições sub-ótimas, com possível impacto na qualidade da imagem e na dose na mama.

Os resultados obtidos sugerem necessidades de formação dos TR na temática da dose e indicadores de exposição.

Pós-processamento e interpretação das imagens

A maioria dos MR inquiridos (86,2%) analisa as imagens sempre em formato digital (em monitores dedicados a esta atividade), existindo cerca de 10,3% que observa sempre a imagem impressa em película com suporte do negatoscópio.

Na interpretação em formato digital, o ajuste do contraste/brilho e a magnificação (total e/ou localizada) são as ferramentas para pós-processamento utilizadas com mais frequência pelos MR (cf. Figura 8). A medição do valor do pixel (*pixel value*) em regiões de interesse (*Region of Interest – ROI*), a análise do histograma e as ferramentas para reconstrução raramente são utilizadas pelos MR.

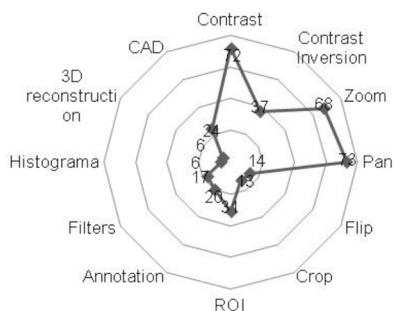


Figura 8: Frequência relativa de utilização das ferramentas de pós-processamento pelos médicos radiologistas (frequência aumenta do interior para o exterior do gráfico).

Quando existe CAD disponível na instituição, 50% dos MR utilizam sempre esta ferramenta como auxiliar na interpretação das imagens.

A opinião sobre o impacto da mamografia digital no tempo de leitura/interpretação mamográfica não é consensual, com 34,5% dos MR a considerarem que a interpretação de um exame completo de mamografia em suporte digital requer mais tempo do que em suporte analógico e 41,4% a considerar os tempos comparáveis. O tempo associado à leitura de mamografias em formato digital é influenciado por vários fatores, nomeadamente: a experiência do observador, as características da mama e as condições do ambiente de visualização³⁶. Também o número de ferramentas de pós-processamento utilizadas é considerado como um facto que contribui para o aumento do tempo de leitura e de interpretação da imagem³⁶.

Controlo de qualidade

A maioria (78,9%) das instituições participantes tem implementado um programa de CQ em mamografia, sendo este realizado, na maioria dos casos (63,2%), por entidades externas à instituição (*i.e.*, em regime de subcontratação externa).

Em 57,9% das instituições, os TR efetuam CQ diário ou semanal. A maioria dos TR (76%) nunca efetua análise periódica de imagens rejeitadas e repetidas. Quando realizada, as principais causas de rejeição apontadas pelos TR são insuficiências na qualidade da imagem resultante de uma técnica inadequada de posicionamento do paciente (*e.g.*, presença de pregas cutâneas ou ausência de músculo peitoral na imagem).

Segundo as *guidelines* para qualidade em mamografia propostas pela IAEA e pelo ACR, a análise das imagens rejeitadas e repetidas é uma atividade essencial, pois permite a identificação de problemas relacionados com o processo de mamografia envolvendo o equipamento e/ou a prática. A redução da repetição de exames constitui uma etapa fundamental para a implementação do princípio ALARA/ALARP (exposição do paciente a radiação a níveis *as low as reasonably achievable/practicable*) com vantagens financeiras, pela redução dos custos e ganhos na qualidade dos exames realizados¹⁹⁻²⁰.

Suporte e arquivo das imagens

A análise dos dados revelou que 52,6% das instituições participantes no estudo ainda imprimem as imagens mamográficas em película. 21,1% das instituições nunca imprime os exames, sendo estes guardados no sistema de arquivo da instituição (*e.g.*, num sistemas PACS – *Picture Archiving and Communication System*). 42,1% das instituições disponibilizam os exames ao paciente em suporte CD-ROM.

5. Opinião

Impacto das tecnologias digitais

Cerca de metade dos TR inquiridos (52,2%) constaram a ocorrência de alterações nas práticas com a introdução das tecnologias digitais em mamografia, nomeadamente nos parâmetros técnicos utilizados, sendo de opinião que a tecnologia digital vem proporcionar uma redução na dose

para o paciente. Consideram também que a introdução de dispositivos para controlo automático de exposição potenciou a redução do número de exames repetidos.

45,7% dos TR consideram ainda que os fluxos de trabalho sofreram alterações com a introdução das tecnologias digitais, nomeadamente a maior rapidez na execução do exame.

A maioria dos TR inquiridos (80,4%) não reportou alterações na técnica de posicionamento na sequência da introdução da mamografia digital, relativamente à tecnologia analógica.

A maioria dos MR inquiridos (75,9%) é de opinião que os sistemas digitais integrados são os que permitem um melhor estudo das mamas densas e extremamente densas, bem como de nódulos, assimetrias e distorções na arquitetura do padrão mamário. Embora em percentagem reduzida, existem MR que preferem a tecnologia analógica para o estudo de mamas adiposas (6,89%) e microcalcificações (13,79%).

Certificação

A maioria de MR (96,6%) considera necessária a certificação da mamografia em Portugal, tendo manifestado (89,7%) a sua disponibilidade para participar num programa voluntário, caso este fosse implementado.

Conclusões

As estatísticas nacionais existentes e/ou disponíveis sobre o parque de equipamentos de mamografia instalado em Portugal são limitadas. Os dados disponibilizados pelas fontes oficiais estão desatualizados e são incompletos, não apresentando detalhes sobre a tecnologia. Até à data não foram realizados estudos que permitam conhecer as práticas em mamografia a nível nacional, o seu nível de harmonização e a conformidade com as recomendações (*guidelines*) internacionais.

Este projeto permitiu caracterizar o parque de equipamentos para mamografia instalado em Portugal e concluir que a maioria (62%) são sistemas CR (*computed radiography*) com detetor de material fotoestimulável em suporte casete (*image plate*) e processador ótico (CR reader). O estudo revelou ainda que a maioria da tecnologia digital está instalada no setor privado.

As recomendações dos fabricantes fundamentam as práticas na utilização do equipamento na maioria de instituições, dominando sobre a adoção formal das recomendações internacionais.

Foram identificadas variações na seleção dos parâmetros técnicos de exposição entre os profissionais de saúde (eventualmente influenciada por heterogeneidade nos conhecimentos técnicos). A maioria dos participantes refere a utilização de dois modos de controlo automático da exposição (*standard* e *dose*).

A existência de mais opções de parâmetros técnicos, disponibilizada pelos novos equipamentos, e as possibilidades de pós-processamento das imagens em formato digital proporcionam oportunidades para otimizar a relação entre a qualidade diagnóstica da imagem e a dose para o paciente.

Cerca de 20% das instituições participantes não tem implementado um programa de controlo de qualidade, apesar da sua importância e da obrigatoriedade legal (Decreto-Lei nº 180/2002).

A exploração plena dos benefícios da tecnologia digital requer conhecimentos sobre as inovações tecnológicas e técnicas bem como sobre o impacto da sua utilização.

Verificou-se que 35% dos técnicos de radiologia não tiveram formação e treino específico em mamografia digital, tendo sido identificadas lacunas importantes ao nível da utilização de indicadores de qualidade do exame (e.g., dose).

Este estudo permitiu concluir que a tecnologia instalada para mamografia em Portugal é heterogénea e inclui equipamento obsoleto e “topo de gama”. É evidente a ausência generalizada de implementação de mecanismos de garantia de qualidade na prática da mamografia, porventura influenciada pela ausência de programas de treino especializado dos profissionais (médicos radiologistas e técnicos de radiologia). São ainda necessários estudos de avaliação do desempenho da tecnologia em uso para efetuar uma caracterização mais completa da prática da mamografia em Portugal.

Financiamento

Este estudo é financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (Projeto PTDC/SAU-BEB/100745/2008). Os investigadores não têm conflitos de interesse a declarar.

Agradecimentos

A todos os profissionais de saúde e organizações que colaboraram neste estudo, nomeadamente: ARS Algarve, ARS Alentejo, ARS Centro, ARS Norte, DGS, indústria/distribuidores de equipamentos médicos (Carestream, Fujifilm, GE, Medxray, Siemens) e prestadores de serviços de mamografia (Cedile – Centro de Diagnóstico por Imagem de Leiria, Centro Clínico dos SAMS, Centro Hospitalar de Coimbra, Clínica Dr. Passos Ângelo, Clidiral – Amora, Clidiral – Quinta do Conde, CUF Belém, Grupo Dr. Campos Costa, Hospital da Luz, Hospital de Santo António dos Capuchos, Hospital do Barlavento Algarvio, Hospital do Espírito Santo, Hospital do Litoral Alentejano, Hospital dos SAMS, Hospital Dr. Nélito Mendonça, Hospital Professor Doutor Fernando Fonseca, Hospitais Universitários de Coimbra, IRE – Centro de Senologia, João Carlos Costa – Diagnóstico por Imagem, Maternidade Alfredo da Costa.

Referências Bibliográficas

1. Guo Y, Sivaramakrishna R, Lu CC, Suri JS, Laxminarayan S. Breast image registration techniques: a survey. *Med Biol Eng Comp*. 2006;44(1-2):15-26.
2. Cancer Research UK. Breast screening: performance of mammography [Internet]. Cancer Research UK; updated Oct 2009 [cited 2012 Apr 10]. Available from: <http://info.cancerresearchuk.org/cancerstats/types/breast/screening/mammography/breast-screening-performance-of-mammography>
3. Kelly KM, Dean J, Comulada WS, Lee S-J. Breast can-

- cer detection using automated whole breast ultrasound and mammography in radiographically dense breasts. *Eur Radiol.* 2010;20(3):734-42.
4. Hirkooka Y, Aika N, Ishisugi T, Ohguri M, Nagashima C, Morishita A, et al. Recent advances in ultrasound imaging of breast lesions. *Yonago Acta Med.* 2009;52(4):115-20.
 5. Sinkus R, Siegmann K, Xydeas T, Tanter M, Claussen C, Fink M. MR elastography of breast lesions: understanding the solid/liquid duality can improve the specificity of contrast-enhanced MR mammography. *Magn Reson Med.* 2007;58(6):1135-44.
 6. O'Connell AM, Conover DL, Lin C-FL. Cone-beam computed tomography for breast imaging. *J Radiol Nurs.* 2009;28(1):3-11.
 7. Moses WW. Positron emission mammography imaging. *Nucl Instrum Methods Phys Res A.* 2004;525(1-2):249-52.
 8. Palmedo H, Hensel J, Reinhardt M, Von Mallek D, Matthies A, Biersack HJ. Breast cancer imaging with PET and SPECT agents: an in vivo comparison. *Nucl Med Biol.* 2002;29(8):809-15.
 9. Pisano ED, Hendrick RE, Yaffe MJ, Baum JK, Acharyya S, Cormack JB, et al. Diagnostic accuracy of digital versus film mammography: exploratory analysis of selected population subgroups in DMIST. *Radiology.* 2008;246(2):376-83.
 10. Tosteson AN, Stout NK, Fryback DG, Acharyya S, Herman B, Hannah L, et al. Cost-effectiveness of digital mammography breast cancer screening: results from ACRIN DMIST. *Ann Intern Med.* 2008;148(1):1-10.
 11. Skaane P, Young K, Skjennald A. Population-based mammography screening : comparison of screen-film and full-field digital mammography with soft-copy reading: Oslo I study. *Radiology.* 2003;229(3):877-84.
 12. Skaane P, Skjennald A. Screen-film mammography versus full-field digital mammography with soft-copy reading: randomized trial in a population-based screening program - the Oslo II study. *Radiology.* 2004;232(1):197-204.
 13. Bloomquist AK, Yaffe MJ, Pisano ED, Hendrick RE, Mawdsley GE, Bright S, et al. Quality control for digital mammography in the ACRIN DMIST trial: part I. *Med Phys.* 2006;33(3):719-36.
 14. Yaffe MJ, Bloomquist AK, Mawdsley GE, Pisano ED, Hendrick RE, Fajardo LL, et al. Quality control for digital mammography: part II - recommendations from the ACRIN DMIST trial. *Med Phys.* 2006;33(3):737-52.
 15. Schulz-Wendtland R, Fuchsjäger M, Wacker T, Hermann KP. Digital mammography: an update. *Eur J Radiol.* 2009;72(2):258-65.
 16. Bick U, Diekmann F. Digital mammography: what do we and what don't we know? *Eur Radiol.* 2007;17(8):1931-42.
 17. Dromain C, Balleyguier C, Adler G, Garbay JR, Delaloue S. Contrast-enhanced digital mammography. *Eur J Radiol.* 2009;69(1):34-42.
 18. Dobbins III JT, Godfrey DJ. Digital x-ray tomosynthesis: current state of the art and clinical potential. *Phys Med Biol.* 2003;48(19):R65-R106.
 19. American College of Radiology. Mammography quality control manual. ACR; 1999.
 20. International Atomic Energy Agency. Quality assurance programme for digital mammography [Internet]. Vienna: IAEA; 2011. ISBN 978-92-0-111410-5. Available from: http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1482_web.pdf
 21. Perry N, Broeders M, de Wolf C, Törnberg S, Holland R, von Karsa L. European guidelines for quality assurance in breast cancer screening and diagnosis [Internet]. 4th ed. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities; 2006. ISBN 92-79-01258-4. Available from: http://ec.europa.eu/health/archive/ph_projects/2002/cancer/fp_cancer_2002_ext_guid_01.pdf
 22. Liga Portuguesa Contra o Cancro. Cancro da mama [Internet]. Lisboa: LPCC; 2012 [cited 2012 Mar 1]. Available from: <http://www.ligacontracancro.pt/>
 23. LAÇO. Cancro da mama [Internet]. Lisboa: LAÇO; 2012 [cited 2012 Mar 10]. Available from: <http://www.laco.pt/>
 24. Autier P, Ouakrim D. Determinants of the number of mammography units in 31 countries with significant mammography screening. *Br J Cancer.* 2008;99(7):1185-90.
 25. Hendrick RE. Impact of ACRIN DMIST results on the technologist and mammography practice. *Semin Breast Dis.* 2005;8(4):178-84.
 26. Smalenburg VV, Duijm LE, den Heeten GJ, Groenewoud JH, Jansen FH, Fracheboud J, et al. Two-view versus single-view mammography at subsequent screening in a region of the Dutch breast screening programme. *Eur J Radiol.* 2012;81(9):2189-94.
 27. Baldelli P, McCullagh J, Phelan N, Flanagan F. Comprehensive dose survey of breast screening in Ireland. *Radiat Prot Dosimetry.* 2011;145(1):52-60.
 28. Cataliotti L, De Wolf C, Holland R, Marotti L, Perry N, Redmond K, et al. Guidelines on the standards for the training of specialised health professionals dealing with breast cancer. *Eur J Cancer.* 2007;43(4):660-75.
 29. Castle A, Adrian-Harris D, Holloway DG, Race AJ. Continuing professional development for radiographers. *Radiography.* 1997;3(4):253-63.
 30. Marshall G, Punys V, Sykes A. The continuous professional development (CPD) requirements of radiographers in Europe: an initial survey. *Radiography.* 2008;14(4):332-42.
 31. Leal J, Andrade AS, Ribeiro R. Continuous professional development : the perspective of radiographers in private and public institutions of Lisbon region. *European Society of Radiology* 2012. Poster C-1815.
 32. Chen B, Wang Y, Sun X, Guo W, Zhao M, Cui G, et al. Analysis of patient dose in full field digital mammography. *Eur J Radiol.* 2012;81(5):868-72.
 33. Chevalier M, Morán P, Ten JI, Fernández-Soto JM, Cepeda T, Vañó E. Patient dose in digital mammography.

- Med Phys. 2004;31(9):2471-9.
34. Engelken FJ, Meyer H, Juran R, Bick U, Fallenberg E, Diekmann F. Intra-individual comparison of average glandular dose of two digital mammography units using different anode/filter combinations. Acad Radiol. 2009;16(10):1272-80.
35. Seeram E, Brennan PC. Diagnostic reference levels in radiology. Radiol Technol. 2006;77(5):373-84.
36. Kuzmiak CM, Cole E, Zeng D, Kim E, Koomen M, Lee Y, et al. Comparison of image acquisition and radiologist interpretation times in a diagnostic mammography center. Acad Radiol. 2010;17(9):1168-74.
- Artigo recebido em 23.04.2012 e aprovado em 04.10.2012.