

QualIM[®]: *software* para treinamento na interpretação de imagens médicas digitais*

QualIM[®]: a software for training in the reading of digital medical images

Silvio Ricardo Pires¹, Regina Bitelli Medeiros², Simone Elias³

Resumo **OBJETIVO:** Foi desenvolvido um *software* denominado QualIM[®] – Qualificação de Imagens Médicas para treinamento de profissionais na interpretação de exames digitais de mamografias utilizando ferramentas de manipulação de imagens, em monitores específicos, classificadas em BI-RADS[®]. **MATERIAIS E MÉTODOS:** O sistema, desenvolvido em Delphi 7, armazena as respostas da interpretação de imagens mamográficas durante o treinamento e compara aos dados inseridos denominados “padrão-ouro”. O sistema contém imagens de *computed radiography*, *direct radiography* e digitalizadas. O *software* converte as imagens do *computed radiography* e *direct radiography* para o formato TIFF, mantendo as resoluções espacial e de contraste originais. Profissionais em treinamento manipulam o realce da imagem utilizando ferramentas de *software* (*zoom*, inversão, réguas digitais, outras). Dependendo da complexidade, são apresentadas até oito incidências mamográficas, seis imagens de ultra-som e duas de anatomopatológico. **RESULTADOS:** O treinamento iniciou em 2007 e atualmente faz parte do programa de residência em radiologia. O *software* compõe o texto, de forma automática, das informações inseridas pelo profissional, baseado nas categorias BI-RADS, e compara com a base de dados. **CONCLUSÃO:** O *software* QualIM é uma ferramenta digital de ensino que auxilia profissionais no reconhecimento de padrões visuais de uma imagem mamográfica, bem como na interpretação de exames mamográficos, utilizando a classificação BI-RADS.

Unitermos: Treinamento; Mamografia digital; Monitores.

Abstract **OBJECTIVE:** A software called QualIM[®] – Qualificação de Imagens Médicas was developed for training of practitioners in the interpretation of digital mammograms classified according to BI-RADS[®] categories, utilizing images manipulation tools on state-of-the-art displays. **MATERIALS AND METHODS:** A Delphi 7-based system stores data resulting from mammographic findings interpretation during the training, comparing them with a golden-standard data set. The database includes computed radiography, direct radiography and digitized images. The software converts computed radiography and direct radiography images into TIFF format, preserving their original spatial and contrast resolution. During the training, the images are manipulated with the aid of the software tools (*zoom*, inversion, digital rulers and others). Depending on the image complexity, up to eight mammographic views, six ultrasonography images and two anatomopathological images can be displayed. **RESULTS:** The training was initiated in 2007 and is currently included in the radiology residency program. Based on data entered by the practitioner, the software automatically generates a BI-RADS compliant text that is compared with a database. **CONCLUSION:** The QualIM software is a digital educational tool aimed at assisting practitioners in the recognition of visual patterns on mammographic images as well as in the interpretation of mammograms based on the BI-RADS classification.

Keywords: Training; Digital mammography; Displays.

Pires SR, Medeiros RB, Elias S. QualIM[®]: *software* para treinamento para interpretação de imagens médicas digitais. Radiol Bras. 2008;41(6):391–395.

* Trabalho realizado no Laboratório de Qualificação de Imagens Médicas (QualIM) – Departamento de Diagnóstico por Imagem da Universidade Federal de São Paulo/Escola Paulista de Medicina (Unifesp/EPM), São Paulo, SP, Brasil.

1. Doutor, Físico-Médico do Laboratório de Qualificação de Imagens Médicas (QualIM) – Departamento de Diagnóstico por Imagem da Universidade Federal de São Paulo/Escola Paulista de Medicina (Unifesp/EPM), São Paulo, SP, Brasil.

2. Doutora, Professora, Chefe da Coordenadoria de Física Médica da Universidade Federal de São Paulo/Escola Paulista de Medicina (Unifesp/EPM), São Paulo, SP, Brasil.

3. Doutora, Pesquisadora Bolsista de Pós-doutorado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), São Paulo, SP, Brasil.

Endereço para correspondência: Dr. Silvio Ricardo Pires, Rua Mirassol, 313, Vila Clementino, São Paulo, SP, Brasil, 04044-010. E-mail: silvio@cfmr.epm.br

Recebido para publicação em 2/10/2007. Aceito, após revisão, em 14/7/2008.

INTRODUÇÃO

A mamografia digital já pode ser considerada uma realidade, entretanto, as interpretações das imagens, utilizando as ferramentas de *software*, apresentam-se como um paradigma, que exige dos profissionais conhecimentos relativos às propriedades da imagem em formato digital. É possível que este fato explique as recomendações da Food and Drug Administration (FDA) quanto à necessidade de um treinamento mínimo de oito horas na interpretação de

imagens digitais para especialistas⁽¹⁾. Uma ferramenta chave utilizada para a compreensão das principais propriedades da imagem digital é o histograma da própria imagem, pois esta ferramenta elucida as propriedades físicas de realce para a identificação das estruturas simuladas. O histograma de uma imagem revela a distribuição dos níveis de cinza da imagem. Quanto maior a escala de tons de cinza, maior é a possibilidade de se manipular o contraste da imagem de forma suave, realçando estruturas de interesse com melhor precisão.

O uso de ferramentas de pré-processamento permite alterar o contraste e o brilho de uma imagem, e desse modo manipular as informações da matriz da imagem que compõe o histograma. A resolução de contraste tem influência direta na qualidade da imagem. Considerando que as dimensões físicas de uma imagem mamográfica são fixas e que uma imagem digital é formada ponto a ponto, pode-se dizer que a resolução espacial também tem influência direta na qualidade da mamografia. Quanto maior for a matriz da imagem, menor é o tamanho do pixel; conseqüentemente, é possível identificar objetos menores com melhor precisão e sem grandes distorções⁽²⁾.

Uma forma de avaliação do desempenho dos profissionais, no que se refere à resposta de detectabilidade das estruturas visualizadas em uma imagem digital, é por meio da aplicação da estatística de kappa, que permite determinar a concordância entre os achados e a real posição destas estruturas, através de imagens simuladas. Os valores de kappa podem ser determinados pela equação 1.

$$k = \frac{\sum_{i=1}^g \frac{F_{ii}}{N} - \sum_{i=1}^g \frac{R_i C_i}{N^2}}{1 - \sum_{i=1}^g \frac{R_i C_i}{N^2}}$$

Equação 1 – Determinação dos valores de kappa.

onde: F_{ii} são os números de argumento por categoria; R_i e C_i são a soma das linhas e colunas das categorias; N é a soma de todas as categorias.

As preferências individuais ou subjetividade na interpretação das imagens parecem atuar na especificidade e sensibilidade para detecção de lesões, porém a utilização das ferramentas específicas para a manipulação das imagens talvez contribua para que sejam menos significantes no processo do diagnóstico de câncer de mama^(1,3).

Garantir a qualidade nas diversas etapas do processo de diagnóstico por imagem constitui também uma preocupação dos órgãos oficiais e dos especialistas, que agora se vêem diante do desafio de empregar a tecnologia digital voltada à interpretação das imagens mamográficas.

A detectabilidade dependerá muito da implantação de programas de garantia de

qualidade, isto é, a aplicação de processos e procedimentos na área do diagnóstico por imagem que prevê o treinamento e a capacitação dos profissionais envolvidos.

Com a inclusão da mamografia digital na prática clínica faz-se necessário um treinamento específico para o domínio destes recursos, para que o especialista possa extrair as vantagens preconizadas dos sistemas digitais⁽¹⁾. Talvez o sistema digital minimize as preferências individuais e a subjetividade na interpretação da imagem e atue na especificidade e sensibilidade para detecção de lesões⁽⁴⁾.

Segundo recomendações da FDA, para a interpretação de imagens mamográficas é necessário um monitor de 14 bits/pixel, com 5,0 megapixels. Entretanto, existem monitores de menor custo sendo utilizados e que não possuem as referidas especificações^(4,5). Como os parâmetros do monitor podem influenciar na detectabilidade das lesões mamárias? Esta é uma questão ainda não esclarecida e que tem motivado estudos que propõem a comparação do desempenho dos profissionais quanto à detecção de sinais nas imagens digitais ao utilizar diferentes dispositivos de visualização⁽⁶⁾.

Um dos fatores que modifica a precisão do diagnóstico é a experiência do profissional. O treinamento clínico neste tipo de modalidade de imagem é crucial para a

detecção precoce de tumores malignos e redução do falso-positivo⁽⁷⁾.

O objetivo deste trabalho é aplicar uma ferramenta específica para o treinamento de profissionais (radiologistas, mastologistas, residentes em radiologia, entre outros) na interpretação de exames digitais de mamografia que possibilite o reconhecimento de um padrão adequado ao diagnóstico das imagens classificadas em categorias BI-RADS[®].

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi desenvolvido um *software* denominado QualIM[®] – Qualificação de Imagens Médicas, em Delphi 7, que gerencia uma base de dados MS-SQL Server 2000. A principal função do *software* é o armazenamento dos laudos, em categorias BI-RADS, resultante do treinamento na interpretação de imagens mamográficas. O *software* foi estruturado para a manutenção das informações contidas na base de dados, onde o acesso é realizado somente com senhas administrativas. A Figura 1 apresenta a interface de acesso ao treinamento na interpretação de imagens digitais.

O *software* foi desenvolvido para treinamento em estações de trabalho equipadas com monitores específicos para mamografia com resoluções de até 5,0 mega-

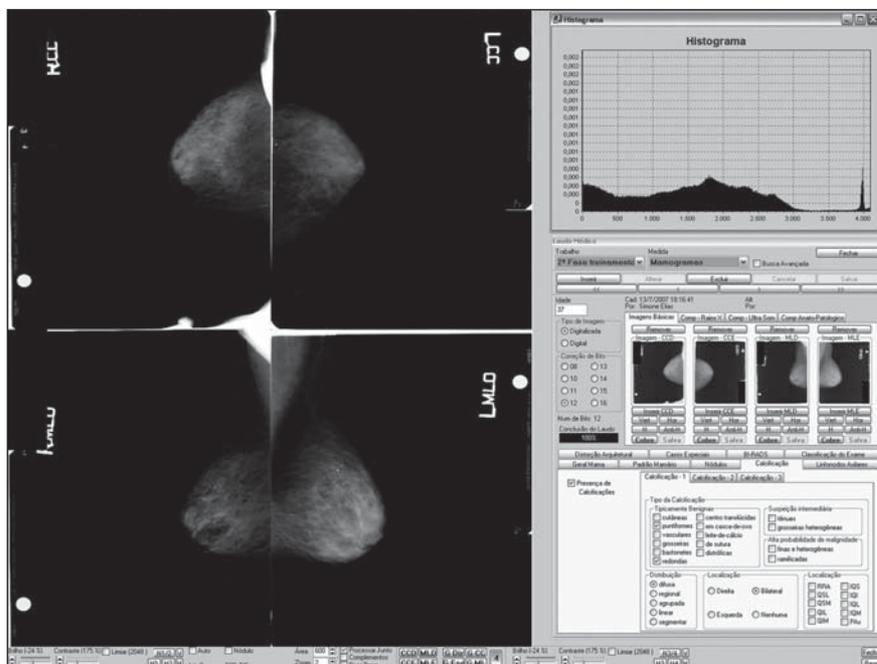


Figura 1. Interface de treinamento na interpretação de exames mamográficos.

pixels e 14 bits/pixel em tons de cinza. São eles: monitor Barco modelo MFGD5421 e Clinton modelo DL-3000.

Podem ser inseridas na base de dados imagens adquiridas por sistemas *computed radiography* (CR), *direct radiography* (DR) ou as geradas de forma convencional (filmes) por digitalização em *scanner laser* Lumiscan 75 (Lumisys, Inc.; Sunnyvale, USA) no formato TIFF com 12 bits/pixel. Todas as imagens digitais obtidas no padrão DICOM foram coletadas em DVD, sem compressão de dados, e apresentam resolução espacial superior a 5,6 megapixels (matriz superior a 2.560×2.048 pixels).

A base de dados, atualmente, contém 436 casos classificados em categorias BI-RADS e a distribuição está descrita conforme mostra a Figura 2.

O *software* possui uma ferramenta que converte as imagens geradas pelos sistemas CR e DR, do padrão DICOM para o formato TIFF, com a possibilidade de manter as resoluções espaciais e de contrastes originais. As imagens são procedentes de diferentes serviços e duplamente interpretadas por profissionais experientes em mamografia. Cópias desses exames, com os respectivos laudos, são inseridas na base de dados por um profissional experiente em sistemas digitais, que faz a terceira interpretação das imagens, gerando uma base de dados referenciada como “padrão-ouro”.

O acesso às imagens radiológicas é permitido por meio de um *menu* específico, onde o *software* QualIM foi adaptado para a exibição de imagens de exames mamográficos com até oito incidências, sendo as principais, crânio-caudal e médio-lateral (direita e esquerda) e imagens complementares. Dependendo da complexidade do caso, é possível a visualização de até seis imagens de ultra-som e duas imagens de exames anatomopatológicos de pacientes.

A primeira etapa é baseada no treinamento de manipulação da imagem empregando ferramentas do *software* utilizando imagens simuladas de mama, em que o profissional aprende, por meio da manipulação do histograma, os principais padrões visuais da imagem para realce de estruturas suspeitas. Nesta etapa são apresentadas as ferramentas que orientam o profissional na manipulação do histograma da imagem, por meio de controles de brilho e contraste. O

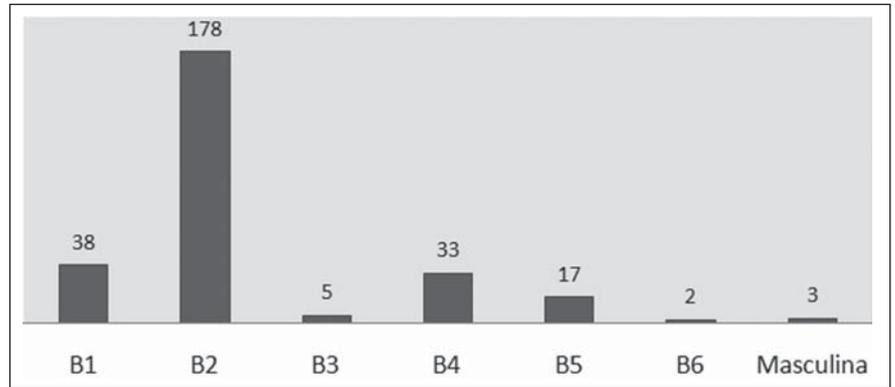


Figura 2. Distribuição de casos inseridos na base de dados para o treinamento.

software exibe informações numéricas da região de interesse que auxiliam na decisão que deve ser adotada para se obter um eficiente realce da estrutura. A ferramenta de treinamento possibilita que a imagem seja rotacionada (sentidos horário/anti-horário), espelhada, além de disponibilizar lentes de aumento (*zoom*) e régua para medida de nódulos ou outras estruturas de interesse.

A etapa seguinte consiste no treinamento da interpretação de exames digitais utilizando categorias BI-RADS. Nesta etapa é disponibilizada uma ferramenta de manipulação do realce do histograma, de forma automatizada, com a qual o usuário realiza pequenos ajustes finos, baseados nos principais conceitos previamente adquiridos. O profissional faz a interpretação do exame utilizando todos os conceitos das categorias BI-RADS estruturadas na quarta edi-

ção do Colégio Americano de Radiologia, sendo computados a concordância de suas respostas e o tempo gasto na interpretação. As informações dos laudos são armazenadas em uma interface específica, capaz de cobrir 99% de todas as possibilidades do sistema BI-RADS. Foi desenvolvida uma função no *software* em que, a cada acesso do profissional ao sistema de treinamento, são apresentados novos casos entre as categorias BI-RADS, expondo o profissional a uma diversidade de casos com diferentes graus de complexidade.

A Figura 3 mostra um exemplo da interface de treinamento. À esquerda, a projeção médio-lateral direita com realce de uma estrutura de interesse da mama e da régua digital sobre a área ampliada. À direita, a projeção médio-lateral esquerda sem nenhuma manipulação de realce na imagem.

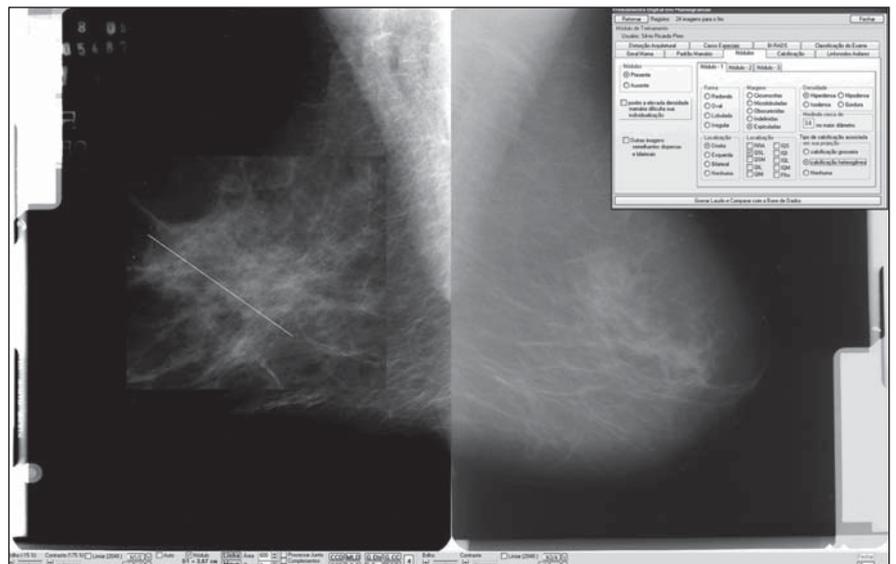


Figura 3. Representação de análise das imagens durante o treinamento.

A Figura 4 mostra a descrição do laudo armazenado na base de dados denominado “padrão-ouro” para a avaliação dos exames mamográficos. Foi implementada uma função que apresenta, de forma automatizada, o texto do laudo a partir das informações inseridas pelo profissional em treinamento durante a interpretação do exame mamográfico, utilizando a categoria BI-RADS. Após a conclusão da avaliação, é possível ao profissional investigar todas as informações de interesse.

Foram treinados seis especialistas. O treinamento teve início em 2007 e atual-

mente faz parte do programa de residência em radiologia.

RESULTADOS

Como resultado geral obtido, tanto na etapa de treinamento da manipulação de imagens simuladas quanto na análise das imagens mamográficas classificadas em BI-RADS, o treinamento proposto mostrou que os profissionais melhoram na detectabilidade das estruturas e a fazem em menor tempo. A Figura 5 apresenta os resultados do desempenho dos especialistas na

detecção dos sinais em sistemas digitais. O gráfico expõe os valores médios de kappa e o tempo médio na interpretação de imagens que simulam mamas. O valor inicialmente apresentado foi de 0,64 para kappa, com tempo médio na interpretação da imagem de 4 minutos e 50 segundos, e o resultado final foi de 0,72 para kappa, com tempo médio na interpretação da imagem de 4 minutos. O eixo vertical à esquerda representa a evolução dos valores de kappa, e o eixo vertical à direita, o tempo em minutos.

A base de dados desenvolvida contém casos clínicos de todas as categorias BI-RADS oriundas de unidades mamográficas convencionais (com imagens digitalizadas) e digitais (geradas com tecnologias CR e DR) de diferentes centros, o que enriquece no reconhecimento de padrões visuais para o treinamento dos profissionais.

DISCUSSÃO

A base de dados do *software* QualIM apresenta a vantagem de possuir casos clínicos de todas as categorias BI-RADS provenientes de diversas unidades mamográficas convencionais e digitais instaladas em diferentes centros. Isto possibilita que o profissional seja treinado para o reconhecimento dos padrões visuais de imagens geradas por tecnologias CR, DR e as digitalizadas. A dinâmica no armazenamento das informações expõe o profissional a uma diversidade de casos de diferentes complexidades, complementados por outras modalidades de exames, como ultrassom e exame anatomopatológico. A vantagem do *software* QualIM é possibilitar a importação e conversão de imagens DICOM geradas por diferentes fabricantes de CR (Agfa, Kodak, Fuji) e DR (Lorad, Siemens, General Electric) para o padrão TIFF, mantendo as características de resolução espacial e de contraste⁽⁸⁾.

A seleção de casos por grau de complexidade propiciada pelo *software* ajusta o nível de treinamento à experiência profissional. Existem *softwares* sendo aplicados em treinamento^(1,8,9) que utilizam imagens somente de simuladores, o que gera certo desestímulo ao profissional no decorrer do tempo. O diferencial deste modelo de treinamento consiste no estudo de casos clínicos classificados em categorias BI-RADS,

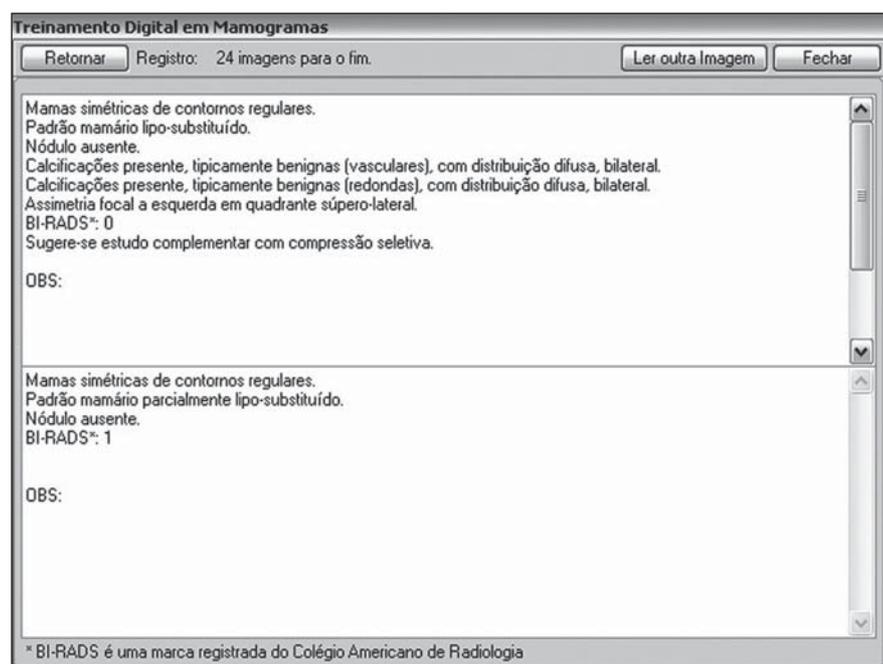


Figura 4. Interface de avaliação das imagens dos exames mamográficos.

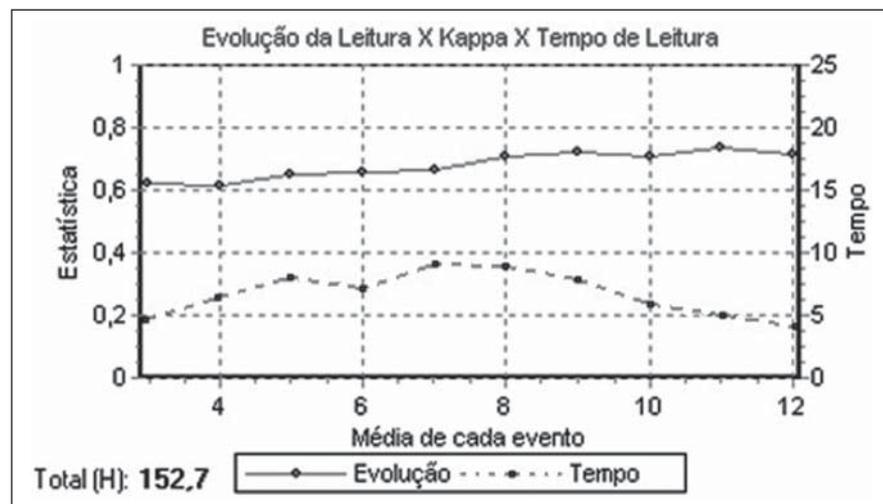


Figura 5. Evolução do especialista na avaliação da imagem digital.

solidificando a padronização na linguagem utilizada para a interpretação das imagens⁽¹⁰⁻¹²⁾. Pode ainda ser efetuado com ou sem tutoria e a evolução no treinamento é dependente do desempenho individual.

A interpretação de imagens em monitores tem sido amplamente estudada^(3,13) com a finalidade de avaliar o desempenho dos profissionais na interpretação de imagens em comparação com o sistema convencional⁽¹³⁾. Estudos concluem que a interpretação das imagens em monitores é bem aceita, a adaptação do especialista é rápida e a precisão e o tempo gasto na interpretação são comparáveis aos do sistema convencional, desde que o profissional esteja devidamente treinado^(14,15).

Para o treinamento foram observados os requisitos mínimos recomendados pela FDA⁽⁵⁾ quanto às resoluções espaciais e de contrastes dos monitores para a interpretação das imagens digitais, bem como luminância, em ambiente apropriado^(1,5).

CONCLUSÃO

O *software* QualIM é uma ferramenta de ensino em sistemas digitais, pois auxilia o profissional a reconhecer os corretos padrões visuais de uma imagem mamográfica

mediante manipulação do histograma da imagem e possibilita o treinamento na interpretação de exames mamográficos utilizando a classificação BI-RADS com melhor eficiência de detecção dos achados em menor tempo.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), pelo apoio no financiamento do projeto, e à Coordenação Pessoal de Nível Superior (Capes), pelas bolsas de estudo acreditando na importância da realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

1. Pisano ED, Cole EB, Kistner EO, et al. Interpretation of digital mammograms: comparison of speed and accuracy of soft-copy versus printed-film display. *Radiology*. 2002;223:483–8.
2. Gonzales RC, Woods RE. Processamento de imagens digitais. São Paulo: Edgard Blücher; 2000.
3. Pisano ED, Gatsonis C, Hendrick E, et al. Diagnostic performance of digital versus film mammography for breast-cancer screening. *N Engl J Med*. 2005;353:1773–83.
4. Bauab SP. Mamografia digital: um caminho sem volta. *Radiol Bras*. 2005;38(3):iii–iv.
5. U.S. Food and Drug Administration. Center for Devices and Radiological Health. MQSA program. [cited 2007 Oct 10]. Available from: <http://www.fda.gov/cdrh/mammography/digital.html>
6. Pires SR. Software gerenciado de base de dados e imagens radiológicas para avaliação de monitores [tese de doutorado]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2007.
7. Kemp C, Baracat FF, Rostagno R. Lesões não palpáveis da mama. Diagnóstico e tratamento. Rio de Janeiro: Revinter; 2003.
8. Angelo MF, Schiabel H, Escarpinati MC. Uma ferramenta para visualização e conversão de arquivos DICOM. *Anais XXIV Congresso Brasileiro de Radiologia*. 2005;24. Congresso Brasileiro de Radiologia, Brasília, 2005.
9. Wang J, Peng Q. An interactive method of assessing the characteristics of softcopy display using observer performance tests. *J Digit Imaging*. 2002;15 Suppl 1:216–8.
10. Scaranelo AM, Barros N. Normatização no laudo de mamografia no Brasil: a utilização do modelo americano (BI-RADS™) também na clínica privada. *Radiol Bras*. 2000;33:311–6.
11. BI-RADS – Sistema de laudos e registros de dados de imagem da mama. 4ª ed. São Paulo: Colégio Brasileiro de Radiologia, American College of Radiology; 2004.
12. Davydenko G, Gurvich V, Smekhov M. Application of StatPhantom software for image quality evaluation. *J Digit Imaging*. 2002;15 Suppl 1: 219–20.
13. Krug KB, Stützer H, Girmus R, et al. Image quality of digital direct flat-panel mammography versus an analog screen-film technique using a phantom model. *AJR Am J Roentgenol*. 2007;188: 399–407.
14. Kundel HL, Polansky M. Measurement of observer agreement. *Radiology*. 2003;228:303–8.
15. Hemminger BM. Soft copy display requirements for digital mammography. *J Digit Imaging*. 2003; 16:292–305.