

Comparação da avaliação automatizada do Phantom Mama em imagens digitais e digitalizadas

Priscila do Carmo Santana^{1,2,3}, Danielle Soares Gomes³, Marcio Alves Oliveira³ e Maria do Socorro Nogueira³

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciências e Técnicas Nucleares – Departamento de Engenharia Nuclear - UFMG

² Departamento de Propedêutica Complementar – Faculdade de Medicina - UFMG
pcs@cdtn.br

³ Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear – CDTN/ CNEN
Belo Horizonte, MG, Brasil
mnoque@cdtn.br

Abstract. Mammography is an essential tool for diagnosis and early detection of breast cancer if it is provided as a very good quality service. The process of evaluating the quality of radiographic images in general, and mammography in particular, can be much more accurate, practical and fast with the help of computer analysis tools. This work compare the automated methodology for the evaluation of scanned digital images the phantom Mama. By applied the DIP method techniques was possible determine geometrical and radiometric images evaluated. The evaluated parameters include circular details of low contrast, contrast ratio, spatial resolution, tumor masses, optical density and background in Phantom Mama scanned and digitized images. The both results of images were evaluated. Through this comparison was possible to demonstrate that this automated methodology is presented as a promising alternative for the reduction or elimination of subjectivity in both types of images, but the Phantom Mama present insufficient parameters for spatial resolution evaluation.

1 Introdução

Programas de garantia de controle da qualidade em imagens radiológicas são de fundamental importância devido à necessidade de se garantir a segurança do exame executado e a necessidade de se produzir imagens que apresentem qualidades suficientes para um diagnóstico médico confiável [1].

A mamografia, quando respeitados os requisitos de qualidade, torna-se uma importante ferramenta nas ações sistematizadas no controle do câncer de mama, na detecção precoce por meio de programas de rastreamento de segmentos populacionais de risco e pela realização de exames periódicos [2].

O processo de avaliação da qualidade da imagem radiográfica, e da mamográfica em particular, pode ser muito mais preciso, prático e rápido com a ajuda de ferramentas de análise computacionais [3].

O regulamento técnico “Diretrizes de Proteção Radiológica em Radiodiagnóstico Médico e Odontológico” do Ministério da Saúde Brasileiro determina, entre outras coisas, que seja realizada, mensalmente, a avaliação da qualidade da imagem dos serviços de mamografia brasileiros [4]. Esta avaliação atualmente é feita de forma visual por um especialista, logo, a metodologia utilizada é subjetiva.

A análise automatizada de imagens digitalizadas de um simulador de mama fornece informações que dificilmente podem ser obtidas por meio de observação direta. Assim, é importante estabelecer os critérios de visibilidade para os diferentes objetos de teste utilizando a metodologia automatizada, para que as imagens sejam avaliadas neste sistema de maneira criteriosa, sem a introdução de objetos devido ao ruído das imagens digitais e digitalizadas.

Este trabalho tem como objetivo comparar os resultados quantitativos da capacidade de detecção dos objetos de teste do simulador Phantom Mama, provenientes da metodologia automatizada quando realizada em imagens digitais e digitalizadas de um mesmo mamógrafo. Os testes realizados compararam os seguintes parâmetros: detecção do limiar de baixo contraste, a capacidade de detecção das massas tumorais, avaliação da resolução espacial e índice de contraste.

2 Metodologia

As imagens utilizadas neste trabalho foram adquiridas em um mesmo mamógrafo Siemens Mamomat 3000, que possui o processamento digital (digitalizador Kodak Direct View CR850, versão de software 5.1, com placas de imagem EHR-M2) e o convencional (processadora Kodak M35 X-OMAT). As imagens adquiridas pelo método convencional foram digitalizadas no scanner ScanMaker 9800XL da marca Microtek com uma resolução de 1200 dpi, no padrão de cores RGB e salvas no formato TIFF, que não apresenta perda de informações.

Após a produção das imagens do Phantom Mama (Figura 1) as mesmas foram analisadas de forma semi-automática (o usuário deve marcar as regiões de interesse) com o auxílio do software livre ImageJ.

A detecção de massas tumorais e limiar de baixo contraste nas imagens digitais e digitalizadas foram realizados com o auxílio do código computacional, que faz a média dos pixels em cada linha vertical, resultando assim em um perfil de tons de cinza.

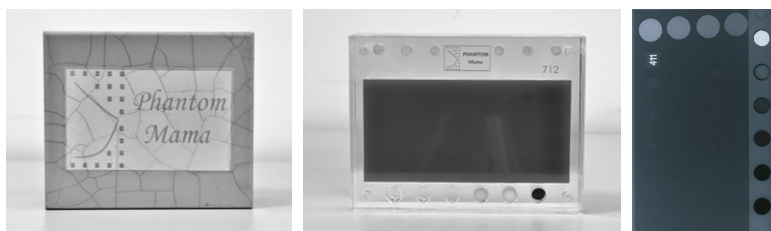


Fig 1. Simulador radiográfico de mama *Phantom Mama* e um exemplo de imagem radiográfica do simulador utilizada para a avaliação do controle de qualidade em mamografia.

Para avaliar a resolução espacial utilizou-se a Transformada de Fourier (FFT) das regiões das imagens que apresentam grades de diferentes valores de pares de linhas por milímetro (pl/mm). Ao determinar a FFT da imagem comprova-se a existência, ou não, de um padrão de grades na imagem. De acordo com a teoria da FFT, os pontos luminosos visibilizados na transformada demonstram a existência de frequências bem determinadas na imagem, ou seja, confirma a existência da grade e se estes pontos luminosos estão deslocados do eixo principal, indicando se a grade esta angulada (Figura 2 (A)).

Para garantir a visibilidade das estruturas que comprovam a existência do padrão de grade na imagem, sem existir qualquer parâmetro sujeito à subjetividade, calculou-se a visibilidade dos pontos luminosos utilizando a equação 1,

$$Visibilidade = \frac{I_1 - I_2}{I_1 + I_2} \quad (1)$$

em que x_1 é a região onde existe a interseção do ponto luminoso e x_2 é o background da imagem resultante da FFT (Figura 2 (B)), respectivamente. Como a FFT é uma função simétrica, os pontos escolhidos para determinação de sua visibilidade devem se encontrar na metade superior ou inferior da imagem.

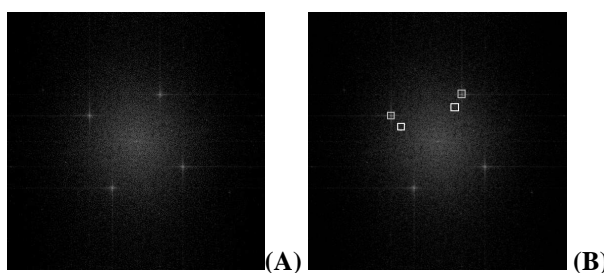


Fig 2. Transformada de Fourier da grade com 12pl/mm. (A) Sem seleção da Região de Interesse (ROI) selecionada; (B) com seleção da ROI selecionada.

O índice de contraste e a densidade óptica de fundo foram avaliados através da realização de uma calibração entre as densidades ópticas e os pixels das imagens

digitais e outra calibração para as digitalizadas, podendo assim avaliar a variação de contraste das imagens.

3 Resultados e Discussão

A avaliação das massas tumorais e limiars de baixo contraste apresentaram como resultado gráficos demonstrando a existência da imagem da estrutura através da alteração do valor de pixel na região referente a essa, como demonstrado na figura 3, que mostra uma imagem radiográfica com as estruturas circuladas, seguida do gráfico referente à região demarcada como um retângulo.

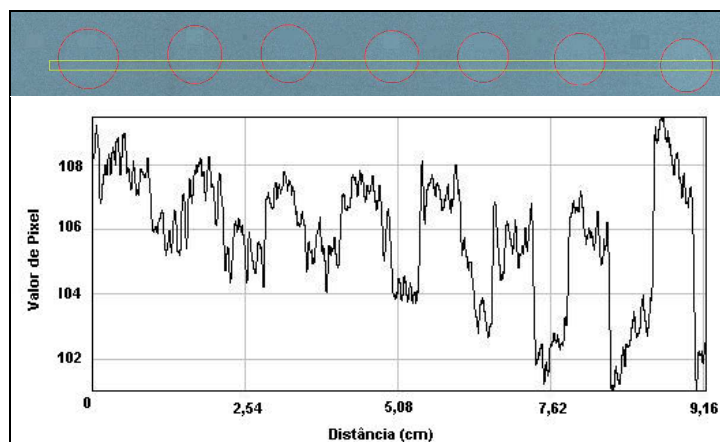


Fig 3. Discos para avaliação dos detalhes circulares de baixo na imagem digital do Phantom Mama, em que o retângulo amarelo delimita a área avaliada.

Os objetos de teste na imagem radiográfica apresentam níveis de cinza maiores, já que são estruturas com densidade maior, logo a presença destas estruturas resultará em gráficos que destacam a existência das mesmas.

A calibração das imagens digitais e digitalizadas resultaram em gráficos para a avaliação do índice de contraste e da densidade óptica de fundo como mostrado no gráfico da figura 4.

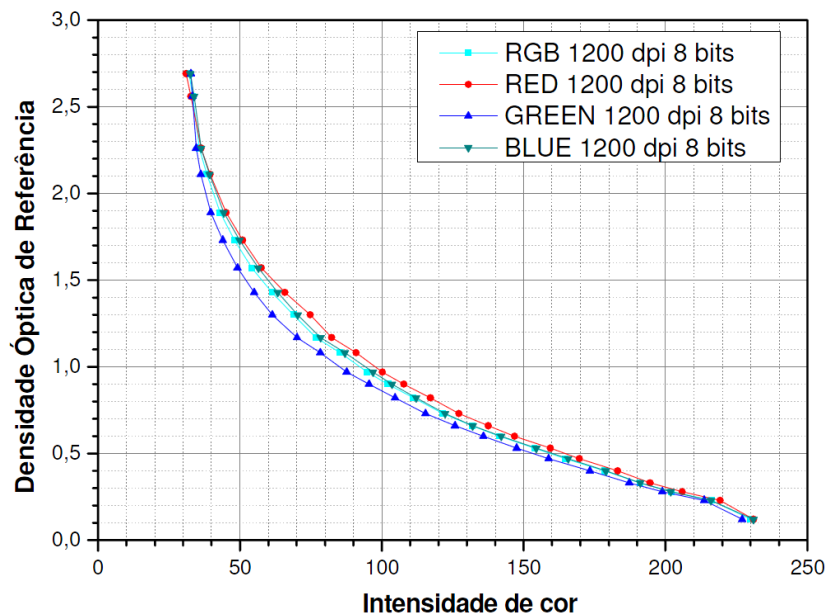


Fig 4. Curva característica do digitalizador Microtek ScanMaker 9800XL para imagens digitalizadas no modelo de cores RGB, resolução de 1200 dpi e 8bits.

A metodologia automatizada demonstrou-se satisfatória para a avaliação das imagens digitais e digitalizadas. A baixa resolução espacial da imagem digital (no máximo 10 pl/mm) não possibilitou o alcance do limiar mínimo exigido de parâmetro, o que sugere a adição de mais uma grade de avaliação com um limiar intermediário entre 8 e 12 pl/mm para a avaliação destas imagens.

4 Conclusão

A avaliação automatizada da capacidade de detecção dos objetos teste das imagens digitais e digitalizadas se mostrou uma boa alternativa para a redução da subjetividade existente ao se realizar a mesma análise visualmente, porém o Phantom Mama não apresenta parâmetros adequados para avaliar a resolução espacial das imagens digitais de mamografia.

Agradecimentos

A autora Priscila do Carmo Santana agradece a FAPEMIG e ao INCT em Metrologia das Radiações e Medicina pelo apoio financeiro.

Referências

1. Hendee WR, Chaney EL, Rossi RP. Radiologic Physics, Equipment and Quality Control. Chicago: Year Book Medical Publishers; 1997.
2. Estimativa 2010: Incidência de câncer no Brasil. Rio de Janeiro: INCA, 2010. Disponível em: <http://www1.inca.gov.br/estimativa/2010>. Acesso em 28 de dezembro de 2009.
3. R.C. Gonzáles, R. E. Woods, *Digital Image Processing*, Addison- Wesley Publishing Company, 2007
4. Brasil, Ministério da Saúde, Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 453 de 01/06/1998. Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica em Radiodiagnóstico Médico e Odontológico. 1998