Anais do V Congresso Brasileiro de Eletromiografia e Cinesiologia e X Simpósio de Engenharia Biomédica - ISBN: 978-85-5722-065-2 - DOI: 10.29327/cobecseb.78838

QUANTIFICAÇÃO DE SIMETRIA MAMARIA POR SSIM – *STRUCTURAL SIMILARITY*

C. A. Costa Jr*; P. C. Carneiro* e A. C. Patrocinio*

*Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil
e-mail: carlos.conselt@gmail.com

Resumo: Estudos clínicos têm relatado que a assimetria mamária pode representar até 9% dos casos de falsos negativos laudados por radiologistas, os quais não mostram evidências de tumores. Além disso, assimetrias nas densidades fibroglandulares também são fontes de erros, provocando laudos falsos positivos. Diante disso esse trabalho utilizou o índice de similaridade SSIM (*Structural SIMilarity*) para detectar a assimetria entre as mamas direita e esquerda de 81 pacientes. Foi possível detectar que a vista médio lateral oblíqua (MLO) apresenta um grau de assimetria maior que a incidência crânio caudal (CC) e que as imagens com microcalcificações apresentam uma distorção maior se comparada com as que possuem nódulos.
Palavras-chave: Assimetria Mamária, SSIM, Câncer de Mama.

***Abstract*:** *Clinical studies have reported that mammary asymmetry can represent up to 9% of the cases of false negatives lauded by radiologists, which show no evidence of tumors. Moreover, asymmetry in the fibroglandular's densities are also sources of errors, causing false positive reports. This work used the index of similarity SSIM (Structural SIMilarity) to detect the asymmetry between the right and left breast of 81 patients. It was possible to detect that the mediolateral-oblique (MLO) view presents a degree of asymmetry greater than craniocaudal (CC) and that the images with microcalcifications have a greater distortion compared with those with nodules..*
Keywords: *Bilateral asymmetry, Structural SIMilarity, breast cancer.*

Introdução

A incidência do câncer de mama tem aumentado em todas as partes do mundo, fazendo desta doença um dos maiores problemas de saúde pública e uma das principais causas de morte por câncer entre as mulheres [1]. Atualmente a mamografia é o método mais utilizado para rastreio de câncer de mama por ser uma ferramenta de imagem eficaz para a detecção precoce da doença. Além dos sinais mamográficos mais comuns da doença da mama, tais como massas e microcalcificações, a assimetria bilateral é definida pelo BI-RADS *(Breast Imaging Report and Data System*) como a presença de uma maior área de tecido com densidade fibroglandular, quando julgada em relação à mama contralateral [2]. A assimetria pode ser considerada como: global, quando as diferenças de tecidos encontradas forem extensas, provocando alteração arquitetural, e focal, quando a diferença estiver em uma região pequena.

A identificação de todos os achados assimétricos em um dado par de imagens mamográficas (mama direita e esquerda) é importante porque eles podem ser a única pista para a doença de mama que é detectável em projeções mamográficas padrão, especialmente quando massas, microcalcificações e / ou distorção arquitetural não são visíveis. A assimetria bilateral demonstra ser um indicador de risco aumentado de desenvolver câncer de mama, o que ressalta a importância do acompanhamento e observações dos pacientes considerando exames prévios que facilite a percepção de alterações, para estabelecer a natureza da assimetria presente [2].

Com o objetivo de auxiliar no diagnóstico do câncer de mama com mais precisão Tahmoush, et al utilizaram medidas de similaridade entre as mamas. Para isso eles utilizaram o método de agrupamento como base para a determinação da semelhança de imagem. Foram usados tanto separadores lineares no espaço de recursos original como hiper-volumes para descrever os clusters.. Os resultados mostraram que a técnica foi capaz de classificar o câncer de mama com uma precisão de 85% [3].

Uma outra técnica foi desenvolvida para a análise de assimetria, que se basou na detecção de componentes direcionais lineares usando uma representação multi resolução baseada em *wavelets* de Gabor. Para a detecção do contorno da mama foi usado um algoritmo e depois de demarcado o limite da mama, os artefatos fora da região de interesse foram descartados. A identificação do músculo peitoral foi feita a partir da utilização de um grupo de filtros de Gabor. O tecido fibroglandular foi segmentado e foi feita decomposição da imagem usando um banco de filtros de Gabor. As respostas do filtro de Gabor para diferentes escalas e orientações foram analisadas usando a transformada de Karhunen-Loève (KL) e o método de *thresholding* de Otsu. Para a análise quantitativa e qualitativa dos padrões orientados foram utilizados os diagramas de rosa [4].

O método acima descrito foi estendido incluindo medidas morfológicas e momentos geométricos do tecido fibroglandular relacionados às distribuições de densidade. As características direcionais foram obtidas a partir da diferença nos diagramas de rosa e um conjunto adicional de características, incluindo momentos de Hu, excentricidade, kutness, área e densidade média foram extraídos dos tecidos fibroglandulares segmentados. Eles alinhavam os dados direcionais relacionados aos

diagramas de rosa em relação as bordas do músculo peitoral correspondente. As diferenças entre os pares das características para a imagem mamográfica esquerda e direita foram utilizadas como medidas para a análise da assimetria [5].

Para este trabalho, o objetivo é quantificar a assimetria de mamas a partir da análise de imagens mamográficas utilizando o algoritmo SSIM (*Structural SIMilarity*), que analisa diferenças de intensidade e estruturais na comparação de pares de imagens.

Metodologia

A base de imagens utilizadas foi o INbreast cujas imagens foram adquiridas no equipamento MammoNovation Siemens FFDM (*Full Field Digital Mammography*), tamanho de pixel de 70 mm (microns) e resolução de contraste de 12 bits [6].

As imagens foram salvas no formato DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*). A correspondência entre imagens do mesmo paciente é mantida com uma identificação de paciente gerada aleatoriamente. O banco de dados inclui exemplos de mamografias: normais, com massas, com calcificações, distorções arquiteturais, assimetrias e imagens com achados múltiplos [6].

As imagens foram divididas em dois grupos: mamas com nódulos e mamas com microcalcificações ou normais.

Para realizar a comparação entre as imagens utilizando o algoritmo SSIM é necessário que ambas estejam na mesma posição e lateralidade, para isso foi necessário inverter a matriz da direita para a esquerda da imagem da mama direita, conforme mostrado na Figura 1.



Figura 1: Imagens originais (acima) e imagem rotacionada (abaixo).

Após os pares de imagens estarem na mesma direção, foi aplicado o algoritmo de similaridade SSIM proposto Wang et al. [7], que comparou as mamas direita e esquerda. A medida de similaridade estrutural pode servir como uma medida quantitativa da qualidade dos sinais de uma imagem. Este método funciona dividindo as informações de intensidade de uma imagem em três componentes: dois números reais que avaliam a iluminação geral e contraste da imagem, e uma imagem normalizada que contém apenas informações estruturais [8]. Finalmente, esses três componentes computados e comparados de forma independente e os resultados dessas comparações são combinados para dar uma pontuação de similaridade.

Para realizar a comparação entre as duas imagens é necessário estabelecer alguns parâmetros do SSIM, sendo eles o filtro gaussiano de tamanho 11 x 11 e desvio padrão de 1.5. O valor de L corresponde ao valor de tons de cinza das imagens, como foram utilizadas imagens de 12 bits, L terá um valor fixo de 4096 E a constante K que, de acordo com Wang, deve ser um valor muito abaixo de 1. Neste estudo a faixa de valores de K foi de [0.01 a 0.03]. Os valores dos parâmetros utilizados no código foram testados em um outro trabalho e estes foram o que mostraram o melhor desempenho [9].

O algoritmo fornece um índice de similaridade entre zero e um, onde quanto mais próximo de um, maior é a similaridade entre as imagens analisadas. Também é gerado um mapa de similaridade, conforme apresentado na Figura 2, onde são geradas figuras em tons de cinza, cuja interpretação é dada em cores, sendo branco áreas idênticas, à medida que se tem tons de cinza mais escuros significa que naquela área existe menos similaridade, com isso é possível identificar onde estão lesões unilaterais também.

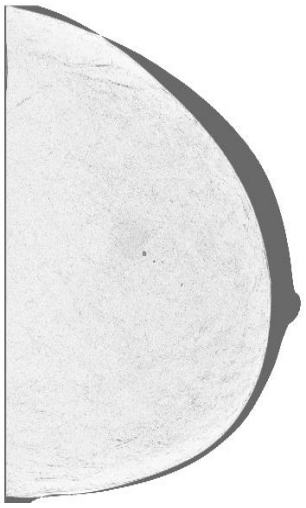


Figura 2: Exemplo de mapa de similaridade gerado pelo SSIM.

Resultados

Para este trabalho, foram usados 352 exames mamográficos, que geraram 176 análises, sendo essas um índice e um mapa de similaridade para as vistas MLO (Médio Lateral Oblíqua) e CC (Crânio Caudal).

Além do índice de similaridade, os mapas de similaridade fornecido pelo algoritmo apontou a possibilidade de visualizar assimetrias arquiteturais e estruturais entre as mamas direita e esquerda,

As Figuras 3 e 4 mostram exemplos de assimetrias arquiteturais e estruturais que podem ser visualizadas a partir do mapa. É possível notar a presença de nódulo nas imagens, que é uma forma de assimetria estrutural, enquanto a diferença de volume representa uma assimetria arquitetural.

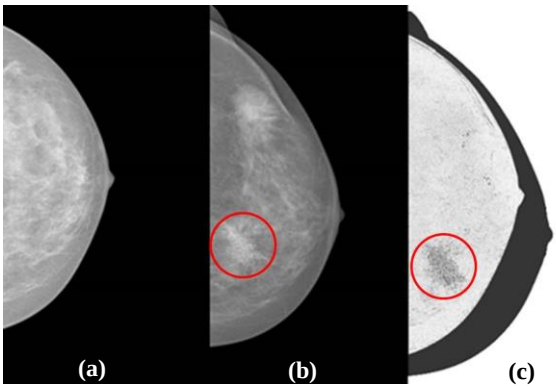


Figura 3 – (a) imagem CC mama direita (b) imagem CC mama esquerda (c) Mapa SSIM. Índice CC SSIM: 0,922.

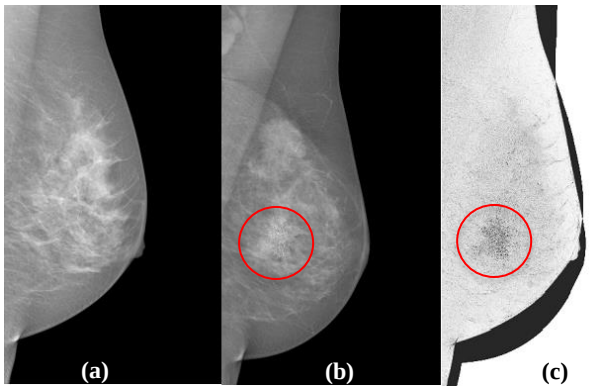


Figura 4 – (a) imagem MLO mama direita (b) imagem MLO mama esquerda (c) Mapa SSIM. Índice MLO SSIM: 0,865

As Figuras 5 e 6, também são exemplos de visualização de assimetria estrutural e arquitetônica fornecidos pelo algoritmo, sendo que neste caso é possível detectar a presença de microcalcificações.

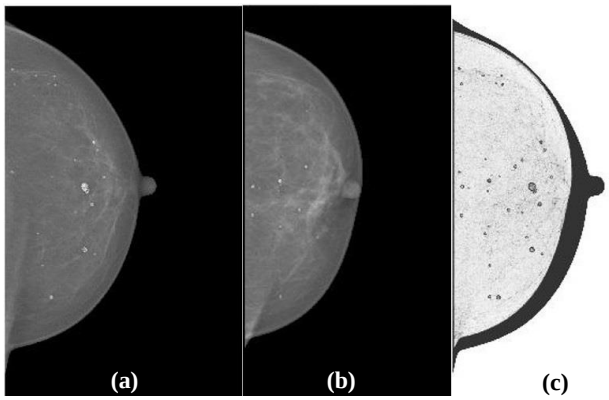


Figura 5 - (a) imagem CC mama direita (b) imagem CC mama esquerda (c) Mapa SSIM. Índice CC SSIM: 0,918

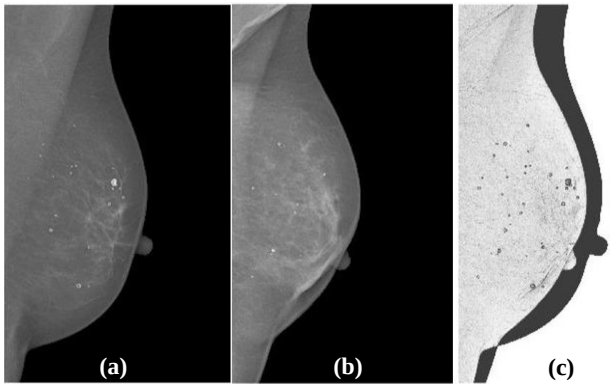


Figura 6 - (a) imagem MLO mama direita (b) imagem MLO mama esquerda (c) Mapa SSIM. Índice MLO SSIM: 0,864

O mapa de similaridade auxilia na detecção de lesões, em casos onde é difícil detectar a presença de microcalcificações e nódulo nas imagens originais, contudo com o auxílio do algoritmo SSIM as lesões ficam mais evidentes, ou seja, mais perceptíveis.

A Tabela 1 apresenta parte dos resultados das imagens analisadas, onde para cada caso foram comparadas as vistas: CC e MLO, o índice resultante da análise e o tipo de lesão que cada caso apresenta.

Tabela 1: Valores de Média e Desvio Padrão das Imagens com presença de nódulo e microcalcificação/normal.

	NÓDULO	MICRO/NORMAL
Média Geral	0,9001	0,8886
Desvio Padrão	0,0380	0,0466
Média Vista CC	0,9073	0,8954
Desvio Padrão CC	0,0412	0,0425
Média Vista MLO	0,8931	0,8805
Desvio Padrão MLO	0,0337	0,0489

Nota-se que há divergência de similaridades por vista de imagem, isso porque existe uma diferença na

comparação das vistas devido ao posicionamento da mama. Contudo, o desvio padrão revela que estatisticamente essa diferença é irrelevante quando comparamos os valores da média entre as vistas CC e MLO.

Discussão

Ao analisar os valores encontrados pelo algoritmo percebe-se que as imagens com presença de nódulo e microcalcificação/normal, apesar de possuir uma diferença mínima entre as médias das vistas, as imagens MLO possuem um valor de similaridade menor. Isto se deve porque nesta vista é incluído o músculo peitoral o que aumenta as chances de distorções.

Os índices de similaridade para as imagens com microcalcificação são menores, isso porque as microcalcificações apresentam uma diferença em tons de cinza em relação aos tecidos adjacentes significativa, principalmente se estas são encontradas unilateralmente.

Já os nódulos possuem densidade radiográfica muito similar aos tecidos adjacentes, isso contribui para que os valores do índice de similaridade sejam maiores.

Conclusão

Alguns achados na mama podem ser detectados a partir da análise de assimetria mamária. Por esse motivo o estudo de técnicas que possam avaliar a assimetria entre as mamas é muito importante. O presente estudo utilizou o algoritmo SSIM proposto por Wang que se mostrou bastante eficaz na comparação entre as imagens.

O SSIM apresenta os resultados de similaridade de formas, mapa de similaridade e o índice de similaridade e estas duas informações podem ser analisadas de forma conjunta. Mesmo que individualmente estes dados já são relevantes para análise de imagens.

Com os resultados obtidos neste trabalho, pode-se observar que o SSIM mostrou-se uma ferramenta que contribui para a análise de pares de imagens e possíveis detecções de assimétria global e local. Porém, cabe um estudo detalhado da significância estatística das diferenças entres os índices de similaridade.

Referências

[1] Pinotti, J.A.; Barros, A.C. S.D; Hegg, R; Zeferino, L.C.; Aguiar L.F. Programa de Controle do Câncer da Mama com países em desenvolvimento. In: Veronesi, U; ed. Câncer de Mama São Paulo, Icone, 1992 v2, p. 13-21.Neuman MR. Biopotential amplifiers. In: J.G. Webster, editor. Medical Instrumentation. New York: John Wiley and Sons; 1995. p. 227-88.

[2] Casti, Paola, et al. "Analysis of structural similarity in mammograms for detection of bilateral asymmetry." IEEE transactions on medical imaging 34.2 (2015): 662-671.D.

[3] Tahmoush, Dave, and Hanan Samet. "Image similarity and asymmetry to improve computer-aided detection of breast cancer." International Workshop on Digital Mammography. Springer Berlin Heidelberg, 2006.

[4] Ferrari, Ricardo J., et al. "Analysis of asymmetry in mammograms via directional filtering with Gabor wavelets." IEEE Transactions on Medical Imaging 20.9 (2001): 953-964.

[5] Rangayyan, Rangaraj M., Ricardo J. Ferrari, and Annie F. Frère. "Analysis of bilateral asymmetry in mammograms using directional, morphological, and density features." Journal of Electronic Imaging 16.1 (2007): 013003-013003.

[6] Moreira, Inês C., et al. "INbreast: toward a full-field digital mammographic database." Academic radiology 19.2 (2012): 236-248.

[7] Wang, Zhou, et al. "Image quality assessment: from error visibility to structural similarity." IEEE transactions on image processing 13.4 (2004): 600-612.

[8] Bouchot, Jean-luc. Structures and irregularities in image processing and analysis: Discrepancy norm, distance transform and analytic representations. 2012.

[9] Rocha, Vanessa S., Avaliação da Similaridade de imagens mamográficas após restauração. 2016. 51 p. Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia